COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 AVRIL 1843.

PRÉSIDENCE DE M. DUMAS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE OPTIQUE. — *Sur l'application des propriétés optiques à l'analyse quantitative des mélanges liquides ou solides, dans lesquels le sucre de canne cristallisable est associé à des sucres incristallisables ; par* M. Biot.

« Plusieurs communications, que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie l'automne dernier, avaient pour but de montrer, par des exemples divers, l'emploi que l'on peut faire des caractères optiques pour l'analyse quantitative des solutions qui contiennent des substances douées du pouvoir rotatoire. Ayant été obligé d'interrompre cet exposé, et craignant de ne pas pouvoir le reprendre d'ici à quelque temps, je me suis imposé du moins l'obligation de le compléter dans ce qu'il aura de plus usuel et de plus immédiatement pratique, en appliquant les mêmes procédés à la solution de la question suivante :

» Étant donné un système matériel liquide ou solide, dans lequel une certaine quantité inconnue de sucre de canne cristallisable est mêlée à des sucres incristallisables ou à d'autres substances quelconques dont le pouvoir rota-

toire, si elles en possèdent, n'est pas modifiable par les acides froids, on demande de déterminer la proportion pondérale de sucre cristallisable que ce mélange contient actuellement.

» La solution de ce problème exige deux opérations distinctes: d'abord on observe le pouvoir rotatoire total du mélange, soit directement s'il est liquide, soit, s'il est solide, en le dissolvant dans une proportion connue d'eau distillée. Ensuite on l'étend d'acide hydrochlorique en volume connu, et l'on observe la déviation modifiée qu'il exerce après cette mixtion. Le changement qui survient alors, étant propre au sucre cristallisable, décèle la portion de la déviation primitive qui était produite isolément par son action; et de là on conclut sa proportion pondérale dans le mélange étudié.

» Supposant les deux opérations ainsi faites, je vais en déduire la formule qui donne ce résultat final; puis, pour vérifier cette formule et en mesurer la précision, je l'appliquerai à l'analyse de plusieurs mélanges artificiels, où le sucre cristallisable entrera en proportion connue, qu'il s'agira de découvrir et de retrouver.

» Soit x la proportion inconnue de sucre cristallisable contenue dans chaque unité de poids du mélange donné, par exemple, dans un gramme; p grammes du même mélange contiendront un poids total de ce sucre égal à px. Je prends le poids p, puis, l'associant à e grammes d'eau distillée, j'en forme une solution dans laquelle la proportion pondérale du mélange primitif est

$$\varepsilon = \frac{p}{p+e},$$

et la proportion pondérale de sucre cristallisable

$$\varepsilon' = \frac{px}{p+e} = \varepsilon x.$$

Nommons δ la densité de cette solution, celle de l'eau distillée étant 1. Je l'observe optiquement à travers un tube dont la longueur est l, et elle y imprime une certaine déviation α aux rayons lumineux d'une réfrangibilité définie. Je lui applique ensuite le procédé d'inversion par l'acide hydrochlorique tel qu'il est exposé dans le tome XV des *Comptes rendus*, pages 534 et suivantes, comme aussi pages 697 et 698. Soit $-r''$ le rapport d'inversion qui se déduit de cette expérience, comme on l'a expliqué alors; et désignons par $-r'$ la valeur de ce même rapport pour le sucre cristallisable pur, valeur qui est $-0{,}38$ quand on emploie l'acide hydrochlorique, comme nous le

supposons ici. Avec ces nombres on pourra démêler dans la déviation primitive α, la portion S, qui est produite par du sucre cristallisable intervertible, et la portion complémentaire D, qui est produite par des sucres non intervertibles mêlés au précédent. Car le rapport d'inversion $-r''$ étant constant pour toutes les déviations fortes ou faibles qu'un même système actif peut produire étant observé successivement dans des tubes divers, si on l'applique à la déviation primitive α, les conditions mêmes de l'expérience donneront les deux équations suivantes, analogues à celles de la page 697 :

$$S + D = \alpha; \qquad -r'S + D = -r''\alpha;$$

d'où l'on tire, par l'élimination,

$$S = \frac{(1 + r'')}{(1 + r')}\alpha = \alpha + \frac{(r'' - r')}{1 + r'}\alpha \quad \text{et} \quad D = -\frac{(r'' - r')}{(1 + r')}\alpha.$$

Ces formules sont établies en prenant pour type des inversions effectivement réalisées; ainsi r' y représentera toujours un nombre positif, parce que tous les acides intervertissent effectivement la déviation primitivement produite par le sucre de canne pur; et si cet acide est l'hydrochlorique, r' sera $+ 0,38$. r'' sera de même positif pour le mélange acide observé si la déviation résultante passe *réellement* vers la gauche. Mais si elle reste vers la droite de l'observateur, en ne faisant que s'affaiblir, le rapport r'' qui en résultera devra être employé dans la formule comme négatif, ce que l'on vérifierait facilement si l'on reconstruisait les deux équations pour ce cas-là. Avec cette attention, le calcul numérique donnera toujours les deux inconnues S et D qui composent la déviation primitive α; et le signe de leurs valeurs indiquera aussi leur sens d'action : vers la droite de l'observateur s'il est positif, vers la gauche s'il est négatif.

» Maintenant la déviation S ainsi isolée est produite, à travers le tube l, par le seul poids px de sucre cristallisable que contient la solution aqueuse dont la densité est δ; et ce sucre y entre pour une proportion pondérale ε', dont l'expression est

$$\varepsilon' = \frac{px}{p+e} = \varepsilon x.$$

» Donc, si l'on désigne par $[\alpha]$ le pouvoir rotatoire absolu du sucre cristallisable pur, pour le même état de dessiccation où il existe dans le mélange proposé, et pour le degré de réfrangibilité que l'on a choisi, les éléments

connus, ainsi qu'inconnus, qui entrent dans l'expérience, devront avoir entre eux les relations nécessaires pour reproduire $[\alpha]$, conformément à la loi générale de ce genre de phénomènes. C'est-à-dire qu'on devra avoir

$$[\alpha] = \frac{S}{l\delta\varepsilon'} = \frac{S}{l\delta\varepsilon x};$$

conséquemment si $[\alpha]$ a été préalablement évalué, par des expériences directes sur le sucre cristallisable pur, tout sera connu dans cette équation, excepté x, de sorte qu'on en pourra tirer la valeur de cette dernière, qui sera

$$x = \frac{S}{l\varepsilon\delta[\alpha]}; \quad \text{en prenant} \quad \varepsilon = \frac{p}{p+e}.$$

» Soit $[\alpha]'$ le pouvoir rotatoire propre du mélange sucré primitif, tel qu'il résulte de l'ensemble de ses éléments. Puisqu'il produit la déviation α, à travers le tube l, lorsqu'il entre pour la proportion pondérale ε dans une solution dont la densité est δ, on devra avoir, par les mêmes principes,

$$[\alpha]' = \frac{\alpha}{l\varepsilon\delta}; \quad \text{et par suite} \quad x = \frac{S}{\alpha}\frac{[\alpha]'}{[\alpha]}.$$

Cette expression de x peut être confirmée par une vérification immédiate. En effet, supposons que le système proposé pour l'analyse fût du sucre cristallisable pur. Alors l'expérience d'inversion devrait donner $S=\alpha$; car toute la substance active observée ayant pour rapport d'inversion $-0{,}38$, on devrait trouver $r'' = r'$, si l'on avait opéré sans erreur. Supposons encore que, dans un tel cas, le système proposé fût au même degré de dessiccation que l'échantillon de sucre par lequel $[\alpha]$ a été conclu. En vertu de cette seconde condition, si l'on opérait avec une parfaite rigueur, on devrait obtenir $[\alpha]' = [\alpha]$. Cette égalité, jointe à la précédente, donnerait donc finalement $x=1$, comme l'exigent en effet les suppositions d'exacte identité et de parfaite rigueur que nous venons d'admettre.

» Mais toute modification apportée à l'une ou à l'autre de ces deux circonstances réagirait sur la valeur de x. Par exemple, admettons toujours une entière identité de nature chimique, et une complète exactitude dans les opérations; mais concevons que le sucre cristallisable proposé soit seulement un peu plus sec que l'échantillon par lequel on a calculé $[\alpha]$. Alors on devra trouver x un peu plus grand que 1, parce que la substance observée est plus énergique que le type qu'on lui compare. Si au contraire l'échantillon observé

était moins sec que le type, on devrait trouver x moindre que 1, c'est-à-dire que cet échantillon contient moins de matière active que le type, dans l'unité de poids.

» Pour donner un exemple du premier de ces cas, je choisis la solution de sucre candi, dont j'ai rapporté l'observation optique dans les *Comptes rendus*, tome XV, page 695, comme ayant été faite le 4 octobre 1842. Les éléments de l'expérience, relevés dans la quatrième ligne du tableau que cette page renferme, sont tels qu'il suit :

$$\varepsilon = 0,332622; \qquad \delta = 1,14303; \qquad l = 289^{mm}; \qquad S = \alpha = +81^{\circ}.$$

» La déviation α a été observée à l'œil nu, et déterminée par la teinte de passage violet bleuâtre, qui répond à la réfrangibilité des rayons jaunes simples. Je prends S comme lui étant égale, puisque la substance expérimentée est du sucre cristallisable pur. Or il est dit, à la page 694, que ce sucre avait été broyé, puis séché dans une étuve à la température de 62 degrés centésimaux. Supposons, pour éprouver la formule, qu'ignorant cette circonstance, nous veuillions calculer l'observation avec la valeur moyenne de $[\alpha]$, que j'ai déduite de l'ensemble de toutes mes expériences, dont quelques-unes ont été faites avec des échantillons séchés seulement à l'air libre. Cette valeur, calculée pour les observations à l'œil nu et pour une épaisseur de 1 millimètre, est

$$[\alpha] = \frac{1}{1,4} = 0^{\circ},7142857;$$

du moins c'est l'évaluation que je considérai alors comme la plus convenable pour les expériences habituelles, ainsi que je l'ai dit au bas de la page 705 (1).

---

(1) Je profite de cette occasion pour rectifier une légère erreur numérique qui s'est glissée dans la valeur de $100[\alpha]$ rapportée page 705, comme applicable aux déviations observées à travers le verre rouge; ce que je fais plutôt par esprit d'exactitude que par un motif d'utilité pratique, car elle est sans importance. Ayant adopté la valeur moyenne 1,4 pour la constante C, comme je le fais page 705, la valeur de $[\alpha]$ qui en résulte pour les observations à l'œil nu est réellement $0^{\circ},7142857$, comme je l'emploie ici; conséquemment celle qui est relative aux rayons rouges en est les $\frac{23}{30}$, ce qui la fait égale à $\frac{23}{30}.0^{\circ},7142857$, ou 0,547619. Par suite, $100[\alpha]$ pour les mêmes rayons rouges, est $54^{\circ},7619$ au lieu de $54^{\circ},636$ que j'avais écrit dans la troisième ligne du tableau de la page 706. La différence vient de ce que, au lieu de déduire directement ce nombre de la valeur adoptée pour la constante C, comme je viens de le faire, j'avais pris la moyenne de ses valeurs dans la dernière colonne du tableau de la page 705, ce qui n'est qu'approximativement exact.

Avec ces données, le calcul de l'inconnue x s'achève comme il suit :

$$\begin{aligned} \log \alpha &= \bar{1},5211674 \\ \log \delta &= 0,0580627 \\ \log l &= 2,4608978 \\ \log [\alpha] &= \bar{1},8538720 \\ \hline & \bar{1},8939999 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \log \alpha &= 1,9084850 \\ \log l\varepsilon\delta [\alpha] &= \bar{1},8939999 \\ \hline \log x &= 0,0144851 \end{aligned}$$

ce qui donne $x = 1,03391$

ce qui montre que le sucre expérimenté est un peu plus énergique, à poids égal, que le type moyen auquel on le compare, comme on devait s'y attendre, puisqu'il avait été beaucoup plus fortement desséché.

Application de la formule à l'analyse d'un mélange artificiel de sucre de canne pur et de sucre de fécule, constitué en proportions pondérales connues.

» Le sucre de canne employé était le même qui nous a servi tout à l'heure d'exemple numérique. Comme il avait été trituré, puis desséché à l'étuve à la température de 62°, il faut, pour une épreuve tout à fait rigoureuse, prendre son pouvoir rotatoire tel qu'il a dû être dans cet état. Or on le trouve exprimé dans la dernière ligne du tableau de la page 705, tome XV des *Comptes rendus;* et sa valeur pour les observations faites à l'œil nu, est en degrés,

$$[\alpha] = \frac{1^\circ}{1,38658} = 0^\circ,724524.$$

Ce nombre peut se vérifier par celui qui est rapporté dans le même tableau pour le même sucre quand l'observation est faite sur le rayon rouge. Car celui-ci est marqué $0^\circ,55547$ qui, multiplié par $\frac{30}{23}$, reproduit $0^\circ,724524$.

» Le sucre de fécule que je lui ai associé est le plus beau que l'on ait pu se procurer dans le commerce. Il était en grosses masses solides, presque en pains, très-aisément fusible, d'un blond blanchâtre et d'un goût assez fade, comme l'est généralement ce produit. On le donnait comme fabriqué par la seule action de l'acide sulfurique à faible dose, sur la fécule, sans mélange d'aucun autre ingrédient. Mais c'est ce dont je ne puis répondre, ne l'ayant pas préparé moi-même ; de sorte qu'il faudra chercher attentivement dans nos expériences mêmes les indices qui pourraient tendre à infirmer ou à confirmer cette assertion.

» Le mélange de ces deux sucres a été fait dans les proportions pondé-

rales suivantes :

Sucre de canne pur.	$s =$	$34^{gr},349$
Sucre de fécule.	$f =$	$38,604$
Poids total du mélange.	$p =$	$72,953$
Poids d'eau distillée employé pour le dissoudre. . . .	$e =$	$251,366$
Donc poids total de la solution formée.	$p + e =$	$324,319$

De là on tire la proportion pondérale de sucre de canne cristallisable introduite directement dans le mélange solide $\frac{34,349}{72,953} = 0,470844$. Telle est donc la valeur de x que les observations optiques doivent nous faire retrouver; du moins en admettant que le sucre de fécule employé est lui-même tout à fait exempt de sucre intervertible analogue à celui de la canne et qu'il est absolument inattaquable par les acides froids : ce qui devra être constaté par une analyse spéciale, s'il s'offre quelque soupçon de l'un ou l'autre de ces cas.

» D'après ces mêmes nombres, la proportion pondérable du mélange actif p dans la solution liquide $p + e$ sera

$$\varepsilon = \frac{p}{p+e} = \frac{72.953}{324,319} = 0,224939; \quad \text{d'où} \quad \log \varepsilon = \bar{1},3520648.$$

» La solution ainsi formée était légèrement jaunâtre et contenait quelques impuretés provenantes du sucre de fécule. C'est pourquoi on l'a purifiée en la filtrant dans un filtre préalablement pesé, lequel, ramené ensuite à son état primitif de dessiccation à l'air libre, a donné pour poids de ces impuretés $0^{gr},112$. Ceci, retranché du poids apparent du sucre de fécule employé, a donné son poids net en matière soluble, qui est mentionné plus haut.

» La densité δ de la solution devenue limpide a été mesurée comparativement à l'eau distillée, et l'on a trouvé

$$\delta = 1,08793, \quad \log \delta = 0,0366017.$$

Alors on a procédé aux épreuves optiques. La solution a été introduite dans un tube de 526 millimètres. Vue ainsi par transmission, elle paraissait jaune. C'est pourquoi, afin de ramener la déviation à un type de réfrangibilité fixe, on l'a observée à travers un verre orangé d'un effet connu et tel que toute déviation α ainsi mesurée correspond à une déviation $1,14663.\alpha$, pour le cas où le même liquide serait incolore. Ce verre est le même dont j'ai défini

précédemment l'action à la page 708 du tome XV des *Comptes rendus;* et j'ai expliqué aussi, pages 631 et 632, la manière dont on détermine expérimentalement le coefficient de réduction qu'un verre ainsi employé exige. Les éléments de cette observation, et les résultats immédiats qu'elle a donnés, sont réunis dans le tableau suivant.

TABLEAU A.

NATURE du liquide observé.	Sa densité comparativement à l'eau distillée.	Proportion pondérale du mélange actif qu'il renferme.	Longueur du tube d'observation en millimètres.	Couleur du liquide vue par transmission directe.	Azimut de déviation de l'image extraordinaire observée à travers le verre orangé.	Déviation correspondante si le liquide était incolore.
	δ	ε	l		α	$1,14663\,\alpha$
Mélange des deux sucres.	1,08793	0,224939	526	Jaune.	$+73°,30$	$+84°,0478$

» Cette observation faite, on a formé un mélange de la solution avec l'acide hydrochlorique en volumes connus. Puis, après avoir laissé subsister le contact jusqu'à ce que l'inversion fût complète, ce qui a été attesté par la constance de la déviation résultante, on a mesuré celle-ci à travers le même verre orangé qui avait servi pour l'observation directe, ce qui a rendu les résultats immédiatement comparables; et ils ont été tels que le montre le tableau suivant.

TABLEAU B.

NATURE du liquide observé.	Longueur du tube où il a été observé primitivement, exprimée en millimètr.	Azimut de la déviation qu'il y produit, étant vu à travers le verre orangé.	Longueur du tube dans lequel on a observé le mélange acide exprimée en millimètres.	Déviation primitive transportée dans la longueur l' par la loi de proportionnalité.	Nature de l'acide introduit dans le liquide primitif : hydrochloriq. Rapport d'inversion pour le sucre de canne pur.	Proportion de dilution de la liqueur primitive dans le mélange acide.	Déviation produite par le liquide primitif dans le tube l' à cet état de dilution, et à travers le verre orangé.	Déviation intervertie observée dans cette même longueur l', à travers le verre orangé.	RAPPORT d'inversion conclu.
	l	α	l'	α'	$-r'$		α''	α'''	$\frac{\alpha'''}{\alpha''}$ ou $-r''$
Mélange des deux sucres.	526	$+73°,30$	501,5	$+69°885$	$-0,38$	$\frac{8}{9}$	$+62°120$	$+16°325$	$+0,2628$

» La forte proportion de sucre non intervertible existante dans le mélange fait que l'inversion opérée sur le sucre de canne seul n'a pas suffi pour détruire cette première composante de la déviation, et pour porter la résultante vers la gauche. Ceci ne change rien à l'emploi des deux formules qui donnent les deux composantes S et D de la déviation primitive α; seulement il faut y introduire $-r''$ avec cette particularité de signe positif, c'est-à-dire prendre

$r' = +\ 0,38$ puisque l'acide introduit est l'hydrochlorique, et que le sucre de canne en est toujours effectivement interverti;

$r'' = -\ 0,2628$ parce que la déviation produite par le mélange acide est restée vers la droite au lieu de passer à gauche;

de là on tire

$$\frac{r''-r'}{1+r'} = -\frac{0,6428}{1,38} = -\ 0,4658.$$

Et ceci étant substitué dans les expressions des deux composantes S et D données plus haut, il en résulte

$$S = \alpha - 0,4658.\alpha = +\ 0,5342\,\alpha; \qquad D = +\ 0,4658\,\alpha.$$

» Maintenant, pour évaluer S et D en degrés, je les appliquerai à la déviation opérée par la solution primitive, en la supposant amenée idéalement à l'état incolore; c'est-à-dire que je prendrai pour α la valeur $+\ 84°,0478$, calculée dans la dernière colonne de notre tableau A. Il viendra ainsi :

Portion de la déviation totale observée qui est produite par du sucre de canne intervertible.	$S = +\ 44°,8985$
Par du sucre non intervertible.	$D = +\ 39°,1493$
Somme ou déviation totale qui s'observerait par l'action de la solution primitive supposée à l'état incolore.	84°,0478

» Le signe positif de D montre que la substance active non intervertible qui est associée au sucre de canne exerce la déviation vers la droite, comme lui.

» Nous avons maintenant tout ce qu'il faut pour calculer la proportion pondérale de sucre de canne qui a exercé son action optique dans le mé-

lange que nous venons d'analyser. Car elle est donnée par la formule

$$x = \frac{S}{l\varepsilon\delta[\alpha]}.$$

Et d'après les éléments mêmes de notre expérience, ou par les résultats que l'observation nous a fait conclure, nous avons :

$S = 44°,8985$; $l = 526^{mm}$; $\varepsilon = 0,224939$; $\delta = 1,08793$; $[\alpha] = 0°,724524$.

» Il ne manque donc rien pour calculer x. Afin de rendre l'épreuve tout à fait rigoureuse, j'attribue au pouvoir rotatoire $[\alpha]$ la valeur spéciale qui convient à l'état de dessiccation du sucre de canne que nous savons être entré dans le mélange, et que j'ai spécifiée plus haut, page 624. Alors le calcul s'achève comme il suit :

$\log l$ =	$2,7209857$		
$\log \varepsilon$ =	$\bar{1},3520648$		
$\log \delta$ =	$0,0366017$	$\log S$ =	$1,6522319$
$\log [\alpha]$ =	$\bar{1},8600527$	$\log l\varepsilon\delta[\alpha]$ =	$1,9697047$
$\log l\varepsilon\delta[\alpha]$ =	$1,9697049$	$\log x$ =	$\bar{1},6826270$

De là on tire

Proportion pondérale de sucre de canne indiquée par l'analyse optique.	$x = 0,481423$
Proportion directement introduite dans le mélange analysé.	$x = 0,470844$
Donc, excès de la proportion donnée par l'analyse optique.	$+ 0,010579$

» J'examinerai tout à l'heure si ce petit excès doit s'attribuer tout entier aux erreurs inévitables des expériences, ou si l'on ne pourrait pas lui soupçonner en partie une autre cause. Mais, afin de ne pas interrompre le cours du raisonnement, je me bornerai ici à faire remarquer qu'on le trouverait encore un peu plus fort si, au lieu d'employer pour $[\alpha]$ la valeur qui convient effectivement au sucre de canne employé, c'est-à-dire

$$[\alpha] = \frac{1°}{1,38658} = 0°,724524,$$

on lui attribuait la valeur moindre qui convient à ce même sucre dans un état moyen de dessiccation à l'air libre, laquelle est

$$[\alpha] = \frac{1}{1,4} = 0°,714286.$$

» En effet, comme cet élément est un des facteurs qui composent le dénominateur de x, cette inconnue se trouverait ainsi augmentée dans le rapport inverse, ou $\frac{14}{13,8658}$; ce qui donnerait pour sa nouvelle valeur

$$x = 0,488436.$$

Et par suite l'excès de la proportion pondérale deviendrait 0,017592.

» Quoique ce résultat diffère bien peu de celui que nous avons obtenu, il serait évidemment moins exact, puisqu'il serait moins approprié aux circonstances réelles de l'expérience. Mais il était cependant utile de le signaler, pour montrer que, dans les analyses courantes, où la dernière rigueur n'est pas nécessaire, on pourra toujours, sans erreur notable, calculer la proportion pondérale x avec la valeur moyenne $[\alpha] = \frac{10}{14}$, sans avoir à redouter une erreur de quelque importance, surtout si l'on considère alors la proportion ainsi obtenue comme s'appliquant au sucre de canne pris à l'état moyen de dessiccation.

» L'analyse optique vient de nous apprendre que la quantité de substance active non intervertible contenue dans notre mélange produit une déviation D dirigée vers la droite de l'observateur, laquelle a pour valeur

$$D = +39^{\circ},1493.$$

Si nous admettons que le sucre de fécule dont nous avons fait usage est tout entier non intervertible, et inattaquable par les acides froids, cette déviation a dû être opérée par le poids total, 38gr,604, que nous en avons introduit. La proportion de ce poids à la masse totale de la solution observée étant désignée par ε_f, on aura

$$\varepsilon_f = \frac{38,604}{324,319} = 0,119031.$$

La densité de cette solution est, comme on l'a vu, $\delta = 1,08793$,
et la longueur du tube où on l'a observée est $l = 526$.

» Si donc nous désignons par $[\alpha]_f$ le pouvoir rotatoire absolu de ce sucre non intervertible, nous pourrons le calculer avec ces éléments; car, d'après la loi générale du phénomène, on aura

$$[\alpha]_f = \frac{D}{l\delta\varepsilon_f}.$$

Comme la déviation D est évaluée pour l'état incolore de la solution, la valeur obtenue pour $[\alpha]_f$ se rapportera aussi à ce même état; et, si l'on veut la calculer pour le rayon rouge, auquel se rapportent habituellement les expressions générales des pouvoirs rotatoires, il faudra la multiplier par $\frac{23}{30}$. Ces calculs s'effectuent de la manière suivante :

$$\begin{array}{ll} \log l = 2{,}7209857 & \\ \log \delta = 0{,}0366017 & \log D = 1{,}5927234 \\ \log \varepsilon_f = \bar{1}{,}0756599 & \log \text{dénominateur} = 1{,}8332473 \\ \overline{1{,}8332473} & \log \alpha_f = \bar{1}{,}7594761 \end{array}$$

» De là on tire :

Pouvoir rotatoire du sucre non intervertible employé, rapporté à la teinte de passage violet bleuâtre. . . . . $\alpha_f = 0^\circ{,}574746$

Le même, rapporté au rayon rouge, en multipliant par $\frac{23}{30}$. . . . . . . $\alpha_f = 0^\circ{,}440639$

» Ce résultat surpasse le pouvoir rotatoire du sucre de fécule tel qu'on le fabriquait anciennement. Car, d'après les observations que j'ai consignées dans le tome XIII des *Mémoires de l'Académie*, page 167 (tableau), le pouvoir propre de cet ancien sucre, calculé comme ici pour une épaisseur d'un millimètre, était moindre que 0,40, et celui du sucre de diabète le mieux purifié atteint à peine 0,36; tandis que le sucre de fécule obtenu par M. Jacquelain, sous l'influence de $\frac{1}{1000}$ d'acide oxalique aidé de la pression et de la chaleur, a pour pouvoir 0,77. Tout montre donc que ces divers sucres ont des constitutions moléculaires différentes, et ne doivent pas être réunis sous une dénomination commune, telle que celle de *glucose*, que les chimistes leur ont donnée.

» Pour la variété particulière de ce genre de sucre que nous venons ici d'employer, il faut remarquer que l'évaluation numérique de son pouvoir, telle que nous l'avons trouvée ici, est plutôt trop faible que trop forte. Car nous avons supposé que la déviation D était produite par la masse totale introduite dans notre mélange, ce qui ne peut avoir lieu que dans le cas où cette masse serait tout entière non intervertible et inattaquable par l'acide qu'on y a mêlé. Or, si une portion quelconque de ce produit a subi l'inversion, et nous ne pouvons affirmer que cela n'est pas, puisque sa fabrication nous est inconnue, la portion intervertie de sa déviation primitive a dû entrer dans S,

et s'y ajouter à l'action intervertie du sucre de canne que nous avions introduit immédiatement. De sorte qu'employant la seule portion non intervertie D, comme l'effet total de l'autre sucre, nous devons obtenir pour celui-ci une valeur de son pouvoir rotatoire α_f, moindre que la réalité. Par compensation, la valeur totale de S étant attribuée alors à la masse de sucre de canne cristallisable que nous avons effectivement introduite dans le mélange, elle nous devrait faire trouver pour lui un pouvoir plus fort que ne le donne l'expérience immédiate ; ce qui est en effet le résultat où nous conduit l'évaluation optique de x.

» Il pourrait sembler assez surprenant qu'un sucre de fécule provenant des fabriques modernes contînt une petite proportion de sucre intervertible analogue à celui de la canne, soit qu'un tel produit se fût formé immédiatement dans la fabrication, soit qu'il se fût trouvé tout fait dans quelqu'un des ingrédients, autres que la fécule, qu'on y aurait employés. Toutefois, ces deux suppositions n'ayant rien d'absolument impossible, il faut être fort attentif aux résultats qu'elles devraient produire, et qui pourraient en indiquer la réalité. Or le petit excès de la valeur de x, qui en serait une conséquence nécessaire, s'est représenté à moi dans plusieurs autres expériences pareilles à celles que je viens de développer. Mais, après avoir signalé cette possibilité, je dois faire remarquer aussi que le même effet numérique, c'est-à-dire l'accroissement *apparent* de x, pourrait encore être opéré par une cause toute différente. Car il se produirait de même dans notre calcul si, les sucres de fécule actuels ayant un pouvoir rotatoire fort supérieur au minimum où ils peuvent descendre, ce pouvoir y était instable, et pouvait être quelque peu affaibli par l'influence des acides froids. En effet, l'affaiblissement obtenu dans la déviation primitive, n'étant plus alors entièrement dû à une inversion, si l'on effectuait le calcul en l'attribuant tout entier à cette cause, on devrait nécessairement trouver ainsi une proportion de matière intervertible plus grande qu'elle ne le serait en réalité. Cette instabilité, sous l'influence des acides froids, serait sans doute difficile à concevoir dans un produit que l'on présente comme obtenu par l'ébullition prolongée de la fécule en présence d'une faible quantité d'acide sulfurique; mais comme une invraisemblance n'équivaut pas à une impossibilité, on ne peut pas exclure *à priori* cette supposition, non plus que la précédente.

» Pour étudier de plus près cette alternative, j'ai soumis isolément aux épreuves optiques le même sucre de fécule que j'avais employé dans le mélange analysé plus haut. A cet effet, j'en ai formé d'abord une solution aqueuse de dosage connu, dont j'ai séparé les impuretés en la filtrant dans

un filtre pesé, afin de connaître le poids net de la matière soluble comme je l'ai expliqué précédemment. Cela fait, j'ai pris sa densité, et l'ayant observée à travers un tube d'une longueur connue, j'en ai conclu le pouvoir rotatoire du sucre dissous. J'ai alors introduit dans la solution un volume connu d'acide hydrochlorique, et je l'ai de nouveau observée sous cette influence, pour savoir si elle y était absolument insensible, ou si elle en éprouvait quelque modification appréciable. Plusieurs expériences ainsi effectuées s'étant toujours accordées dans leurs résultats, malgré la diversité des dosages, j'en rapporterai ici une seule comme exemple.

» Voici d'abord quels ont été les éléments de la solution aqueuse pure.

TABLEAU C.

NATURE du liquide observé.	Sa densité comparativement à l'eau distillée. δ	Proportion pondérable de la substance active dans l'unité de poids de la solution. ε	Longueur du tube d'observation en millimètres l	Couleur du liquide vu par transmission directe	Azimut de déviation de l'image extraordinaire observée à travers un verre orangé connu. α	Déviation correspondante si le liquide était incolore. $1,14663\ \alpha$
Solut. de sucre de fécule.	1,08596	0,236194	289	Jaune pâle.	$+ 38°,775$	$+ 44°,4605$

» Si nous représentons par $[\alpha]_f$ le pouvoir rotatoire absolu de ce sucre, nous le déduirons de ces éléments par la loi générale de ce genre de phénomène qui donne pour tous les cas semblables

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l\varepsilon\delta},$$

α étant la déviation observée pour l'espèce de réfrangibilité à laquelle on veut que $[\alpha]$ s'applique. Ici donc, en prenant pour α le nombre exprimé dans la dernière colonne de notre tableau, la valeur de α_f qui en résultera s'appliquera aux déviations observées dans l'état incolore; et en la multipliant par $\frac{23}{30}$, on obtiendra ce même pouvoir rapporté au rayon rouge. On trouve ainsi:

Pouvoir rotatoire du sucre de fécule observé, rapporté à la teinte de passage violet bleuâtre. . . . . $_j\alpha_f = 0°,598403$

Le même rapporté au rayon rouge. . . . . $_r\alpha_f = 0°,458776$

» Ces évaluations sont toutes deux un peu plus fortes que celles que nous avions conclues page 630 d'après l'observation de la solution mixte sur laquelle l'acide hydrochlorique avait agi. Or, on va voir qu'en effet l'action propre de notre sucre de fécule éprouve quelque léger affaiblissement sous cette influence. C'est ce que montre le tableau suivant, où j'ai rassemblé tous les éléments d'une pareille épreuve.

TABLEAU D.

NATURE du liquide observé	Longueur du tube où il a été observé primitivement, exprimée en millimètres. l	Azimut de la déviation qu'il y produit à travers le verre orangé. α	Longueur du tube dans lequel on a observé le mélange acide, exprimée en millimètres. l'	Déviation primitive transportée dans cette longueur l', par la loi de proportionnalité. α'	Nature de l'acide introduit dans le liquide primitif.	Proportion de dilution de la liqueur primitive, dans le mélange.	Déviation théoriquement produite par le liquide primitif dans le tube l' à cet état de dilution à travers le verre orangé. α''	Déviation réellement produite par le mélange acide, dans le tube l', à travers le verre orangé. α'''
Solution aqueuse de sucre de fécule.....	289	$+38°,775$	333	$+44°,6785$	Hydrochlo.	$\frac{8}{9}$	$+39°,7142$	$+38°,2500$

» La déviation observée α''' est un peu moindre que la déviation α'' transportée aux mêmes circonstances par le calcul: la différence, quoique très-petite, me semble certaine; car je l'ai retrouvée telle dans toutes les expériences analogues que j'ai faites sur le même sucre.

» De là résulte donc cette alternative: où le sucre observé contient une petite proportion intervertible analogue au sucre de canne; ou bien il est d'une nature telle que son pouvoir propre éprouve quelque affaiblissement sous l'influence de l'acide hydrochlorique froid.

» La seconde supposition me paraît moins vraisemblable que la première, ce sucre étant, dit-on, préparé par le contact prolongé de l'acide sulfurique à la température de l'ébullition. Toutefois, je n'oserais pas l'exclure. C'est pourquoi, sans rien prononcer sur la cause de l'affaiblissement ainsi observé, je vais en calculer successivement les conséquences dans l'une et l'autre hypothèse.

1°. *Analyse du sucre de fécule observé, en supposant qu'il contiendrait une petite quantité de sucre de canne intervertible, avec l'application au mélange primitif artificiellement formé* (pages 624 et suiv.).

» Dans ce cas, le rapport d'inversion $-r''$, donné par notre tableau D,

sera $\frac{38,2500}{39,7142}$, ou 0,963132. Ainsi, en lui donnant son signe propre, et prenant r' égal à 0,38, puisque l'acide employé est l'hydrochlorique, on aura à la fois, pour notre sucre de fécule,

$$r' = +\,0{,}38, \qquad r'' = -\,0{,}963132;$$

et ces nombres, substitués dans la formule d'inversion, rappelée page 621, donneront d'abord

$$\frac{r'' - r'}{1 + r'} = -\,0{,}973284,$$

d'où l'on tirera les deux composantes S_f, D_f, intervertibles ou non intervertibles, qui seront

$$S_f = \alpha + \frac{(r'' - r')}{1 + r'}\,\alpha = +\,0{,}026716\,\alpha,$$

$$D_f = \quad - \frac{(r'' - r')}{1 + r'}\,\alpha = +\,0{,}973284\,\alpha.$$

C'est-à-dire que sur 100° de déviation, opérés par une solution de notre sucre de fécule, il y en aurait 2°,67 qui seraient produits par du sucre intervertible analogue au sucre de canne. Cette quantité, quoique petite, ne peut pas échapper comme erreur, dans des expériences faites avec soin.

» Appliquant ceci en particulier à notre solution primitive de ce même sucre ramenée théoriquement à l'état incolore, on devra prendre pour α_f la déviation totale + 44°,4605 rapportée dans le tableau C; et les composantes de celle-ci seront

$$S_f = +\,1^\circ{,}1878, \qquad D_f = +\,43{,}2727;$$

alors la proportion pondérale de sucre de canne, correspondante à S_f, sera, d'après notre formule générale,

$$x = \frac{S_f}{l\varepsilon\delta\,[\alpha]},$$

$[\alpha]$ étant le pouvoir rotatoire propre du sucre de canne, qu'il suffit ici de prendre égal à sa valeur moyenne $\frac{10^\circ}{14}$, ou 0°,714286. Tous les autres éléments du dénominateur se tireront du tableau C; et en achevant le calcul numérique, on trouvera

$$x = 0{,}022492,$$

c'est-à-dire que le sucre de fécule analysé contiendrait un peu plus de 2 pour 100 de son poids de sucre intervertible analogue au sucre de canne cristallisable.

» Cette évaluation va nous servir pour corriger la première analyse que nous avions faite du mélange des deux sucres (page 627). En effet, nous avions trouvé alors par l'expérience que la déviation totale $84^\circ,0478$ avait pour ses composantes intervertible et non intervertible :

$$S = +\ 44^\circ,8985, \quad D = +\ 39^\circ,1943;$$

et nous avions attribué la première tout entière au seul sucre de canne que nous avions immédiatement introduit dans le mélange. Mais, selon l'hypothèse que nous examinons ici, une portion de S serait produite par la petite quantité de sucre de canne contenue dans notre sucre de fécule. De sorte que le D réel produit par l'action totale de celui-ci devrait être $\frac{D}{0,973284}$, ce qui l'augmenterait de $\frac{0,026716}{0,973284}$ D, ou $1^\circ,0769$. Il faudrait donc retrancher de S cette même quantité, pour avoir isolément la portion de la déviation totale qui est produite par le sucre de canne immédiatement introduit. Et cette portion, ainsi restreinte, serait $+\ 44^\circ,8985 - 1^\circ,0769$, ou $+\ 43^\circ,8227$. Ce serait donc là l'élément qu'il faudrait employer pour calculer la proportion x de ce sucre que l'on a effectivement introduite dans le mélange, au moyen de la formule

$$x = \frac{S}{l\varepsilon\delta[\alpha]},$$

qui deviendrait ici

$$x = \frac{43^\circ,8227}{l\varepsilon\delta[\alpha]}.$$

Alors, en prenant les éléments du dénominateur, tels que nous les avons employés dans la page 628, on trouvera

Proportion de sucre de canne introduite dans le mélange, telle que la donne l'analyse optique.	$x = 0,469888$
La même, déterminée directement par les pesées.	$x = 0,470844$
Donc, excès de la proportion pondérale donnée par l'analyse optique. . .	$-\ 0,000956$

» La différence ne tombant plus que dans les dix-millièmes, devient inappréciable dans ce genre d'observation, et probablement aussi dans toute autre méthode d'analyse quelconque.

2°. *Analyse du mélange primitif de la page 624, en supposant que le sucre de fécule employé éprouve seulement une petite diminution de pouvoir rotatoire sous l'influence de l'acide hydrochlorique froid.*

» Dans ce cas, l'affaiblissement supposé serait exprimé par le rapport $\frac{\alpha'''}{\alpha''}$ du tableau D. Pour donner au raisonnement une forme générale, soit r ce rapport dont la valeur numérique, pour notre sucre de fécule, sera $\frac{38,25}{39,7142}$, ou 0,963132. Toute déviation D, opérée par ce sucre dans une solution purement aqueuse, deviendra rD si une portion de l'eau est remplacée par un égal volume d'acide hydrochlorique froid. Considérons maintenant un mélange du même sucre avec le sucre de canne, tel que celui dont les éléments sont consignés dans notre tableau A; et désignons par α la déviation qu'il opère pour une réfrangibilité désignée, dans les circonstances que ce tableau exprime. Si nous nommons S et D les deux composantes de cette déviation, produite par chacun des deux principes actifs qui la constituent, nous aurons évidemment

$$S + D = \alpha.$$

» Concevons maintenant qu'une portion de l'eau dissolvante soit remplacée par un volume égal d'acide hydrochlorique froid. S s'intervertira et deviendra $-r'S$, r' étant égal à 0,38. En même temps D s'affaiblira et deviendra rD. De sorte que $-r'S + rD$ sera la nouvelle déviation totale qui s'établira. Mais celle-ci peut se conclure du tableau B; car ses deux dernières colonnes présentent précisément le rapport de deux déviations ainsi dérivées l'une de l'autre pour une solution pareille; et puisque ce rapport, tel que le donne l'expérience, est + 0,2628, si nous le désignons par $-r''$, comme nous l'avons fait alors, la déviation dérivée ici de α sera de même $-r''\alpha$. De sorte qu'en l'égalant à son expression précédente, on aura

$$-r'S + rD = -r''\alpha.$$

Il ne reste donc qu'à combiner cette seconde équation avec la première pour obtenir séparément les deux composantes inconnues S et D. De là on tire généralement

$$S = \frac{(r + r'')}{r + r'}\alpha = \alpha + \frac{(r'' - r')}{r + r'}\alpha; \quad D = -\frac{(r'' - r')}{r + r'}\alpha;$$

et, en substituant aux trois rapports leurs valeurs numériques

$$r = 0{,}963132; \quad r' = 0{,}38; \quad r'' = -0{,}2628,$$

il vient

$$S = 0{,}52152\,\alpha; \quad D = 0{,}47848\,\alpha;$$

la valeur de S est un peu plus faible, et la valeur de D un peu plus forte que nous ne les avions obtenues dans notre premier calcul, page 627; et c'est à quoi nous devions nous attendre. Pour achever d'appliquer ces expressions à notre mélange primitif, il faut prendre pour α la déviation $+84°{,}0478$ qu'il a produite dans les circonstances du tableau A, et il en résultera

$$S = +43°{,}8239; \quad D = +40°{,}2239,$$

valeurs qui conservent le même ordre de relations que le type général avec les évaluations analogues de la page 627.

» C'est avec cette expression réduite de S qu'il faut calculer la proportion x de sucre de canne contenue dans notre mélange, au moyen de la formule générale

$$x = \frac{S}{l\varepsilon\delta[\alpha]},$$

tous les autres éléments devant rester tels que nous les avons employés page 628; on trouve ainsi

Proportion pondérale de sucre de canne, indiquée par l'analyse optique.	$x = 0{,}469901$
Proportion directement introduite dans le mélange analysé.	$x = 0{,}470844$
Donc, excès de la proportion indiquée par l'analyse optique.	$-0{,}000943$

» La différence se trouve ainsi réduite aux dix-millièmes, comme dans la précédente supposition; et elle est presque identiquement égale à celle que nous avions trouvée alors. On ne peut donc pas décider par ces épreuves, l'alternative que nous avions posée relativement à la constitution de notre sucre de fécule. Mais comme le dernier mode de calcul que nous venons de suivre repose entièrement sur des données expérimentales, puisqu'on y emploie l'affaiblissement réel du pouvoir rotatoire de ce sucre sous l'influence des acides, tel que le donne l'expérience sans l'intervention d'aucune hypothèse, l'excessive petitesse de l'erreur qui en résulte sur l'évaluation de la proportion pondérale x, prouve incontestablement combien les déterminations dé-

duites des données optiques, sont exactes et concordantes entre elles, même quand elles sont obtenues par les rapports les plus divers, lorsqu'on y fait entrer toutes les circonstances dont elles dépendent.

Conclusions générales.

» L'expression théorique de x établie page 622 est applicable aux liquides comme aux solides, et son emploi est le même dans les deux cas. Elle résout donc généralement le problème que je m'étais proposé au commencement de ce Mémoire : trouver la proportion pondérale de sucre de canne cristallisable qui est contenue dans un mélange quelconque où ce sucre est associé à des substances non intervertibles par les acides froids.

» On pourra ainsi analyser les sirops de sucre et les cassonades du commerce, découvrir leur falsification qui n'est que trop fréquente, et savoir si ces produits sont mélangés de sucre de fécule ou d'autres ingrédients dénués de pouvoir rotatoire. On pourra également s'en servir pour mesurer les proportions de sucre de canne cristallisable qui restent dans les mélasses, en décolorant par le charbon animal les solutions que l'on en formerait. Quelques essais de ce genre que j'ai tentés sur des mélasses de sucre des colonies, provenant des raffineries les mieux dirigées, m'y ont fait découvrir des proportions de sucre cristallisable très-considérables, qui se sont élevées à plus de 40 pour 100 de leur poids. D'une autre part, si l'on évalue les quantités totales d'alcool développées dans ces produits par la fermentation, comme M. Pelouze a bien voulu le faire pour moi, sur une solution dosée dont je lui avais fourni les éléments, on en trouve ainsi beaucoup plus que le seul sucre cristallisable indiqué par l'analyse optique n'en devrait produire. De sorte que ce sucre paraîtrait y être associé à des mélanges très-riches de sucres non cristallisables et non intervertibles, exerçant des déviations de sens contraire, qui se dissimuleraient dans les expériences optiques par leur mutuelle neutralisation. Ce serait un beau problème commercial à résoudre que d'extraire des mélasses, par quelque procédé économique, une partie, sinon la totalité, de ce sucre cristallisable qu'elles renferment, pour employer le reste avec les portions inscristallisables à enrichir les sucres de fécule fabriqués par les acides. Peut-être, au moment où je parle, cette importante application est-elle déjà réalisée par quelque manufacturier intelligent, qui en recueille en secret les fruits; et quelques-uns des phénomènes qui se sont présentés à moi dans ce Mémoire pourraient bien n'avoir pas d'autre cause. Mais ce sont là des mystères de fabrication que l'abstraction académique ne doit chercher ni à surprendre, ni à dévoiler. »

» Je terminerai ce Mémoire par une réflexion. La méthode que j'ai ici présentée pour analyser les sucres par leurs propriétés optiques est d'une application très-facile quand on effectue à l'aide des logarithmes le peu de calculs qu'elle exige. Mais elle deviendrait fort pénible sans ce secours, par la nécessité inévitable d'opérer des multiplications et des divisions numériques dont les éléments renferment presque toujours des quantités en partie fractionnaires. Je n'ai pas cherché à l'exempter de cette nécessité, en la restreignant à des opérations par dosages fixes, comme on l'a fait pour quelques autres méthodes scientifiques, que l'on a espéré de rendre ainsi plus vulgairement usuelles : d'abord parce que cette prétendue fixité de dosages ne se réalise presque jamais exactement, à cause des difficultés pratiques qu'elle entraîne; et ensuite parce qu'il me semble plus avantageux, je dirais presque plus honorable, d'élever les fabricants à l'usage si rapide et si simple du calcul logarithmique que de les tenir rabaissés à une routine vulgaire, qui éloigne leurs résultats de la rigueur, en même temps que de la généralité. »

La Comète.

M. Arago a continué ses communications touchant la nouvelle comète.

Depuis lundi dernier, les astronomes de l'Observatoire de Paris sont parvenus à déterminer de nouvelles positions du noyau de la comète, et à fixer la forme et la position de la courbe, à peu près parabolique, suivant laquelle ce noyau se meut. D'autre part, M. Arago a reçu, par l'entremise de son ami M. de Humboldt et par d'autres voies, les résultats des recherches faites, à ce sujet, en Allemagne et en Suisse. Le temps était donc venu de comparer toutes ces orbites. Le Secrétaire a effectué cette comparaison en s'attachant surtout à la distance périhélie.

M. Plantamour a reconnu lui-même que ses observations du 28 et du 30 mars ne sont plus exactement représentées par les premiers éléments. Pour le 30 mars, les erreurs en ascension droite et en déclinaison s'élèvent, respectivement, à 4′ 34″,5 et à 1′ 25″,7.

« Il est donc nécessaire, dit M. Plantamour dans sa Lettre à M. Arago, de » corriger un peu les éléments. » On ne saurait prévoir dans quelle proportion les corrections futures altéreront la première distance périhélie. Ainsi, toutes les conséquences qu'on avait déduites de la distance périhélie 0,0045, d'abord obtenue par le savant directeur de l'Observatoire de Genève, étaient prématurées.

Le 24 mars, M. Encke, un des astronomes, sans contredit, les plus com-

pétents en pareille matière, avait calculé les éléments du nouvel astre, sur trois observations de Berlin des 20, 21 et 22 mars.

La distance périhélie était 0,0101.

M. Galle, de l'Observatoire de Berlin, adressait, le 25 mars, à M. Schumacher, des éléments calculés sur ces mêmes observations des 20, 21 et 22 mars;

La distance périhélie était 0,0113.

Le 25 mars, M. Littrow transmettait de Vienne à M. Arago, mais avec l'expression d'une grande défiance, les éléments déduits d'observations faites les 18, 21 et 23 mars;

La distance périhélie y figure pour 0,5767.

Il s'est évidemment glissé ici des erreurs de calcul, d'observation ou de copie. Ces erreurs ont conduit à des déterminations également inadmissibles sur la position du périhélie et sur l'inclinaison.

D'après les éléments présentés aujourd'hui par M. Eugène Bouvard, éléments déduits des cinq observations de Paris,

La distance périhélie serait 0,00488.

Ces éléments ne représentent pas encore les observations avec toute la précision désirable. Il y a, sur les longitudes, des discordances qui vont de $-20'',8$ à $+14'',5$. Sur les latitudes les écarts, plus considérables encore, s'étendent de $+26'',1$ à $-21'',5$.

M. Arago a parlé ensuite des éléments déterminés par MM. Laugier et Victor Mauvais. Jusqu'à présent ces éléments sont ceux qui représentent le mieux les observations. Aussi les rapporterons-nous dans leur ensemble.

Temps du passage au périhélie, 1843, février	27,42941 t. m. de Paris.
Distance périhélie	0,005488
Longitude du périhélie	278° 45′ 58″
Inclinaison	35.31.30
Longitude du nœud ascendant	2.10. 0
Sens du mouvement	rétrograde.

Comparaison des positions calculées et des positions observées.

DATES. — Mars.	EXCÈS DES POSITIONS CALCULÉES SUR LES POSITIONS OBSERVÉES. Longitudes.	Latitudes.
18 (Paris)	+ 0″1	0″0
19 (Paris)	+ 8,9	+15,8
21 (Genève)	+ 1,3	+ 3,7
22 (Berlin).	+ 1,3	+ 9,9
24 (Berlin).	+ 0,8	+ 8,9
27 (Paris)	— 0,7	+ 0,4
28 (Paris)	— 0,3	+ 3,7
29 (Paris)	+12,1	+ 6,5

En regardant, comme tout autorise à le faire, ces éléments comme définitifs, la comète de 1843 est, de toutes les comètes connues, celle qui s'est le plus rapprochée du Soleil.

Le tableau des moindres distances périhélies déterminées jusqu'ici, nous semble de nature à intéresser les lecteurs.

Valeurs des distances périhélies des comètes qui ont le plus approché du Soleil.

[La distance moyenne du Soleil à la Terre (38 millions de lieues), est supposée égale à 1.]

	Distance périhélie.
Comète de 1843.	0,005
1680.	0,006
1689.	0,02
1593.	0,09
1821.	0,09
1780.	0,10
1565.	0,11
1769.	0,12
1577.	0,18
1533.	0,20
1758	0,21
etc.	etc.

Le 28 mars, le diamètre de la nébulosité qui formait la tête de la comète, a paru de 2′40″, ce qui correspond à un diamètre réel de 38 000 lieues, et à un volume égal à *dix-sept cent fois* le volume de la Terre.

Le 27 février, au moment du passage au périhélie, *le centre* de la comète

de 1843 n'était éloigné *de la surface du Soleil*, que de 32 000 lieues de 4000 mètres. Supposons que le volume de la comète était le même le 27 février et le 28 mars; on aura à retrancher 19000 lieues (rayon de la comète) du nombre précédent, pour avoir la distance *de la surface des deux astres* au moment du passage au périhélie. Cette moindre distance des surfaces en regard de la comète et du Soleil se trouve ainsi de 13000 lieues seulement.

Le 18 mars, la grandeur angulaire de la queue de la comète était de 40 degrés, et sa longueur absolue de 60 millions de lieues.

Voici quelques autres conséquences que MM. Laugier et Victor Mauvais ont déduites de leurs éléments :

La comète s'est trouvée à sa moindre distance à la Terre le 5 mars. Cette moindre distance, exprimée en parties décimales de la distance moyenne de la Terre au Soleil toujours représentée par l'unité, était 0,84. En lieues on aurait, pour nombre équivalent, 32 millions de lieues.

Du 27 au 28 février, la comète a décrit sur son orbite 292 degrés.

Le 27, dans le court intervalle de $2^h 11^m$ (de $9^h 24^m$ à $11^h 35^m$ du soir), la comète a parcouru toute la partie boréale de son orbite;

Sa latitude héliocentrique, ou vue du Soleil, a varié aussi d'une manière extraordinaire. Ainsi, un demi-jour avant le passage au périhélie, cette latitude était 31° 4′ australe; à l'instant du périhélie 35° 21′ boréale; un demi-jour après, 26° 11′ australe, ce qui fait, pour les 24 heures, un mouvement en latitude de 92° 36′.

Dans le même intervalle de temps, les rayons vecteurs, c'est-à-dire les distances de la comète au Soleil, ont varié dans le rapport du simple au *décuple*.

La comète a été deux fois en conjonction avec le Soleil dans la journée du 27. Une première fois, vers $9^h 24^m$ du soir : l'astre était alors au delà du Soleil; une seconde fois, vers $12^h 15^m$. Pendant cette dernière conjonction la comète s'est projetée sur l'hémisphère du Soleil visible de la Terre, et a dû y produire une éclipse partielle; mais le phénomène, même prévu, n'aurait pu être observé en Europe, puisqu'il est arrivé vers minuit du méridien de Paris.

Si la longueur de la queue était aussi grande le 27 février que le 18 mars; si elle avait, ce premier jour (le 27 février), 60 millions de lieues à partir du noyau, son extrémité s'étendait bien au delà de la distance à laquelle la Terre circule autour du Soleil. Qu'aurait-il donc fallu, au moment où la comète s'interposa entre la Terre et le Soleil, pour que nous traversassions la queue? Il aurait fallu, soit que cette queue fût couchée, exactement ou à peu près, dans le plan de l'orbite terrestre, soit que sa largeur eût une étendue suffisante. Une variation de 8° dans la latitude héliocentrique de la comète aurait amené cette curieuse rencontre. Pour qu'elle arrivât par le seul fait de la largeur de la

queue, c'est-à-dire, sans apporter aucun changement aux éléments paraboliques de MM. Laugier et Mauvais, cette largeur aurait dû surpasser un peu le décuple de la largeur mesurée. Voici les éléments de cette évaluation :

La plus courte distance de la Terre à l'axe de la queue, le 27 février (au moment de la conjonction) était de 8 500 000 lieues; le demi-diamètre réel de la queue était de 660 000 lieues, en prenant 2° pour la largeur angulaire; la plus courte distance de la Terre au bord de la queue etait donc de près de 8 millions de lieues.

Ajoutons encore que la Terre se trouvait le 23 mars, dans une région que la queue occupait le 27 février; en sorte que si la comète était passée à son périhélie 24 jours plus tard, la Terre aurait inévitablement traversé la queue dans sa plus grande largeur.

Les éléments paraboliques de MM. Laugier et Mauvais, montrent que la queue de la comète n'a dû, dans nos climats, se dégager des rayons du Soleil et commencer à devenir visible que vers le 5 mars. Avant le passage au périhélie, vers le milieu de février, une heure après le coucher du Soleil, la hauteur du noyau au-dessus de l'horizon, ne surpassait pas 13°. La distance de ce noyau à la Terre était d'ailleurs de 1,14. Il n'en faudrait pas davantage pour réduire au néant les reproches qu'on a adressés aux astronomes, si ces reproches méritaient de fixer un moment l'attention.

Un coup d'œil sur la table des orbites cométaires, montre que la comète de 1843 est nouvelle ou *qu'elle n'avait jamais été observée*. Si les historiens ou les chroniqueurs en ont parlé, c'est dans des termes vagues qui ne permettent pas de calculer l'orbite. Or la comparaison des éléments de l'orbite déterminés à deux époques, est le seul moyen de savoir si l'astre qu'on observe s'était déjà montré, s'il doit être rangé dans la catégorie des *comètes périodiques*.

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur la transformation ganglionnaire des nerfs de la vie organique et de la vie animale; par* M. SERRES.

« Je me propose, par cette communication, d'appeler l'attention des observateurs sur une affection inobservée du système nerveux de l'homme.

» Elle consiste, cette affection, en une transformation ganglionnaire générale des nerfs de la vie de relation et de ceux de la vie organique.

» Les symptômes particuliers ne m'en sont pas connus, par la raison que nous ne l'avons rencontrée que sur le cadavre, et deux fois seulement, à l'École d'Anatomie des hôpitaux.

» J'ai observé le premier cas en 1829 avec M. Manec, chirurgien en chef

de la Salpétrière, et le second ces jours derniers avec MM. les docteurs Petit et Sappey, prosecteurs de notre amphithéâtre (1).

» Une circonstance cependant qui peut mettre sur la voie des caractères qui lui sont propres, c'est que les deux jeunes gens sur lesquels nous l'avons observée étaient morts des suites de la fièvre entéro-mésentérique (fièvre typhoïde).

» Or, depuis que nous avons fait connaître la fièvre entéro-mésentérique, on sait que cette affection, si commune et presque endémique dans Paris, est précédée de lassitudes dans tous les membres; on sait qu'au début des symptômes abdominaux, ces douleurs sont quelquefois si vives que les malades s'en plaignent comme s'ils avaient les membres contus ou brisés. On sait enfin avec quelle lenteur les mouvements se rétablissent dans la convalescence, pour peu que la maladie ait été grave.

» Ces prodromes constants de la fièvre entéro-mésentérique indiquent peut-être une affection primitive du système nerveux dans cette maladie si meurtrière? Peut-être aussi l'altération particulière qui nous occupe n'en est-elle que le plus haut développement? C'est un point de recherches qui nous occupe en ce moment.

» Quoi qu'il en soit, voici les caractères de cette altération particulière du système nerveux périphérique.

» Tous les nerfs de la vie de relation, ceux des membres, de la face, les nerfs intercostaux et lombaires, sont parsemés dans leur trajet d'une multitude de renflements ganglionnaires ayant la forme et les caractères physiques extérieurs du ganglion cervical supérieur de l'homme (2). Ce qu'il y a de remarquable et ce qui doit être remarqué dans la direction présente des études physiologiques dont le système nerveux est l'objet, c'est que les cordons postérieurs des nerfs rachidiens en sont le siége au même degré qne les cordons antérieurs. Du reste, les branches nerveuses de communication d'un ganglion insolite à l'autre paraissent intactes à l'œil nu.

---

(1) Le premier de ces malades, âgé de 22 ou 23 ans, était vitrier ambulant; les renseignements que nous fîmes prendre à son domicile apprirent qu'il avait parcouru Paris, comme à son ordinaire, quelques jours avant son entrée à l'Hôtel-Dieu, où il était mort de la fièvre entéro-mésentérique. Le second, du même âge, était décédé à l'hôpital Saint-Antoine, des suites de la même maladie; il était ouvrier en papiers peints, et il n'avait offert aucun symptôme nerveux pendant son séjour à l'hôpital, qui fut de quelques jours seulement.

(2) Ayant donné aux ganglions nerveux le nom de névroplastes dans nos recherches sur l'organogénie, cette affection pourra être désignée sous celui de *névroplastie*.

» Le nombre de ces ganglions est moins grand sur les filets nerveux du grand sympathique que sur ceux des nerfs de la vie de relation; mais il est si considérable encore, que son aspect général en est complétement changé.

» Les nerfs qui vont former les plexus lombaires et sacrés, les grands nerfs sciatiques et les deux pneumo-gastriques sont ceux sur lesquels cette transformation ganglionnaire est le plus prononcée.

» A leur sortie du bassin par les échancrures sciatiques et le long de la partie postérieure des cuisses, les grands nerfs sciatiques ont acquis le volume de l'humérus, et leur surface extérieure est toute bosselée par l'inégalité de grosseur des renflements anormaux.

» Les deux nerfs pneumo-gastriques, après s'être dégagés des trous déchirés postérieurs, et dans leur marche le long du col, et dans le thorax, ont un volume double du grand sciatique normal; et cette grosseur ils la doivent au rapprochement des nombreux ganglions qui se sont développés sur leur trajet, et qui, au premier aspect, furent pris pour des hydathides par MM. les docteurs Petit et Sappey, prosecteurs de l'École d'Anatomie.

» Sur le jeune homme observé en 1829, nous avons compté près de cinq cents ganglions insolites développés sur les radiations du système nerveux périphérique; sur celui-ci le nombre en est encore plus considérable.

» Dans les deux cas, la structure de l'axe cérébro-spinal n'offrait aucune trace d'altération.

» L'intégrité de l'axe cérébro-spinal au milieu de cette transformation ganglionnaire générale du système nerveux est un argument qui s'ajoute à ceux fournis par l'organogénie contre la structure ganglionnée de la moelle épinière de l'homme et des vertébrés, supposée par Gall. Si cette opinion, déduite de l'analogie erronée de l'axe nerveux des insectes, avait quelque apparence de réalité; s'il existait une série de renflements, même rudimentaires, à l'insertion des nerfs spinaux sur la moelle épinière, n'est-il pas vraisemblable que ces renflements se fussent hypertrophiés sous l'influence d'une altération qui a ganglionné toutes les radiations du système nerveux périphérique? Or en 1829 l'insertion des nerfs spinaux à la moelle épinière, examinée avec le plus grand soin, ne nous a rien offert d'insolite; il en a été de même dans le second cas, quoique les branches antérieures et postérieures aient été l'objet d'un examen spécial. Cette recherche nous a même montré un fait curieux, c'est que les branches antérieures et postérieures, à partir des ganglions intervertébraux jusqu'à leur implantation à la moelle épinière, étaient presque exemptes de ces renflements insolites; il n'existait qu'une et rarement deux traces de cette altération sur les sixième,

quatorzième, seizième, dix-septième, dix-huitième racines postérieures du côté gauche, et sur les dixième et douzième du côté droit. Des racines antérieures, la sixième à gauche et la douzième à droite offraient seules un léger renflement; et au contraire, à leur sortie immédiate de ces mêmes ganglions, les renflements devenaient si nombreux et si rapprochés, que le ganglion paraissait se prolonger à plusieurs centimètres de distance. Cette disposition se remarquait surtout à la sortie des ganglions intervertébraux qui correspondent aux renflements supérieur et inférieur de la moelle épinière; et tous, à l'exception des onzième et vingtième à droite, des seizième et vingtième à gauche, avaient acquis un tel développement, qu'ils se prolongeaient à la fois vers la moelle et vers les branches périphériques.

» En rapprochant ce fait du nombre considérable de ganglions insolites, que présentaient les nerfs des membres, du volume qu'ils offraient jusque dans leurs rameaux musculaires et cutanés, il nous a paru que ces nerfs avaient emprunté au volume des ganglions normaux qu'ils traversent une disposition à se ganglionner anormalement.

» Voici, au reste, comment ils pouvaient être classés sous ce rapport :

» 1°. Les nerfs des plexus sacrés et lombaires;

» 2°. Les nerfs du plexus brachial;

» 3°. Le spinal et les deux nerfs pneumo-gastriques dans toutes leurs radiations, excepté le nerf laryngé supérieur qui en était exempt;

» 4°. Les nerfs du plexus cervical;

» 5°. Les nerfs intercostaux;

» 6°. Le nerf facial;

» 7°. L'hypoglosse;

» 8°. Les branches de la cinquième paire, et plus spécialement le nerf frontal, le lingual, le temporal profond: le ganglion de Glaser était intact;

» 9°. Enfin les nerfs de la deuxième paire, ceux de la troisième, de la quatrième et de la sixième, qui seuls étaient exempts de cette altération, avaient conservé leur structure normale;

» 10°. Le ganglion ophthalmique avait acquis néanmoins le double de son volume ordinaire.

» Quant au grand sympathique, les cordons cervicaux offraient des ganglions insolites, et, ce qu'il y a de particulier, c'est que le ganglion cervical moyen manquait des deux côtés. Les quatre premiers ganglions dorsaux étaient hypertrophiés. Le grand splanchnique du côté gauche était ganglionné, le droit ne l'était pas, et, chose digne de remarque aussi, c'est que le ganglion

semi-lunaire gauche était presqu'à l'état normal, tandis que le ganglion semi-lunaire droit avait acquis le triple de son volume ordinaire.

» En détachant la moelle épinière, les ganglions intervertébraux, les branches intercostales, les plexus lombaires et sacrés, pour faire la préparation que nous mettons sous les yeux de l'Académie, M. le docteur Petit fit une remarque importante. Il observa que la gouttière qui occupe le bord inférieur des côtes, et dans laquelle se logent les vaisseaux et nerfs intercostaux, avait augmenté de largeur et de profondeur. Cette augmentation de capacité de la gouttière paraissait produite par le volume que les ganglions insolites avaient fait acquérir aux nerfs intercostaux.

» Or si cette dilatation de la gouttière osseuse a été le résultat de la dilatation du nerf, il faut qu'elle ait été produite par une action lente et longtemps prolongée; ce qui porterait à croire que le début de l'altération du système nerveux est lui-même ancien et non de formation récente. L'inégalité de grosseur des ganglions développés dans le trajet d'un même nerf viendrait encore à l'appui de cette assertion.

» Il y a dans la science quelques cas de névroplastie partielle, mais à notre connaissance il n'en existe pas dans lesquels la transformation ganglionnaire des nerfs de la vie organique et de relation aient été observées simultanément. Quels sont les symptômes de cette transformation générale du système nerveux périphérique? La réponse à cette question intéresse au plus haut degré la physiologie et la pathologie du système nerveux de l'homme.

» D'autre part, si ces renflements olivaires insolites des nerfs sont de véritables ganglions nerveux, comparables, soit à ceux du grand sympathique, soit aux ganglions intervertébraux, on conçoit que pour l'anatomie l'intérêt n'est guère moindre.

» Mais on conçoit aussi qu'avant de chercher à résoudre cette dernière question, il est nécessaire de soumettre ces renflements aux expériences anatomiques et microscopiques, qui seules peuvent fournir les éléments de sa solution.

» Le résultat de ces expériences, que nous avons commencées, fera l'objet d'une nouvelle communication. »

ASTRONOMIE. — *Sur les perturbations de Junon et de Cérès;* Mémoire de M. Damoiseau.

Le travail capital de M. Damoiseau est précédé de cette courte explication :

« Jusqu'à présent on a préféré, pour obtenir les positions de Junon et de Cérès vers les oppositions, le calcul des perturbations des éléments de l'or-

bite troublée, au moyen des quadratures. J'ai cru avantageux de déterminer directement les perturbations de la longitude, du rayon vecteur et de la latitude, comme on procède pour les anciennes planètes : en les appliquant aux résultats des observations, on parvient à une connaissance exacte des éléments elliptiques de l'orbite pour la construction des tables. Plusieurs tentatives pareilles ont déjà été faites, mais d'une manière incomplète.

» Mes résultats, sous ce point de vue, présentent le résumé d'un grand nombre d'inégalités des ordres successifs, jusqu'à la cinquième dimension inclusivement, des excentricités et de l'inclinaison mutuelle des orbites. »

NOMINATIONS.

Avant de faire procéder à la nomination d'un membre destiné à occuper, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, la place laissée vacante par suite du décès de M. *Larrey*, M. le Président donne lecture d'une lettre par laquelle M. *Amussat*, un des candidats proposés par la Section, annonce qu'il se désiste de la candidature.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants est de 58; majorité 30.

Pendant le dépouillement du scrutin le bureau reconnaît qu'un des billets porte le nom d'un académicien. L'Académie décide qu'il ne sera point donné lecture de ce billet; elle décide en outre que le chiffre de la majorité restera le même.

M. Velpeau obtient........	20	suffrages.
M. Civiale................	15	
M. Lallemand............	14	
M. Lisfranc.............	6	
M. Ribes.................	2	

Aucun des concurrents n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, on procède à un second tour de scrutin.

Le nombre des votants étant de 59,

M. Velpeau obtient........	26	suffrages.
M. Lallemand............	22	
M. Civiale................	9	
M. Fournier de Lempdes...	1	
M. Lisfranc.............	1	

Aucun des concurrents n'ayant encore obtenu la majorité absolue des suffrages, on procède, conformément au règlement, à un scrutin de ballottage entre les deux candidats qui ont réuni le plus grand nombre de votes, MM. Velpeau et Lallemand.

Le nombre des votants étant de 59,

M. Velpeau obtient.......... 33 suffrages.
M. Lallemand............ 26

M. Velpeau, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

MÉMOIRES LUS.

M. Lacauchie lit une Note sur une *nouvelle méthode pour la préparation des corps destinés aux recherches anatomiques*, méthode qu'il désigne sous le nom d'*hydrotomie*.

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Flourens, Breschet.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire contenant la discussion de quelques observations relatives au mode d'action de la vapeur dans les machines, principalement dans les machines d'épuisement à détente usitées dans le comté de Cornwall; par* M. Combes. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert.)

« A la suite d'un voyage en Angleterre fait en 1834, j'ai publié dans les *Annales des Mines* (tome V, 1834), un Mémoire sur les machines d'épuisement usitées dans le comté de Cornouailles, accompagné du premier dessin de ces machines qui ait été rendu public. J'ai indiqué les causes principales de leur supériorité sur les autres machines à vapeur, et donné quelques calculs fondés sur la supposition que la tension de la vapeur dans le cylindre, au moment de la fermeture de la soupape d'admission, était égale à la tension dans la chaudière, et que la tension de la vapeur, pendant son expansion dans le cylindre, variait en raison inverse des volumes.

Il m'avait été impossible, dans ce voyage, de me procurer les éléments d'une discussion un peu complète des phénomènes que présente l'action de la vapeur dans ces machines; il me manquait surtout l'observation directe des tensions de la vapeur dans les cylindres, aux divers points de la course du piston moteur, et du poids d'eau dépensé par les chaudières pour chaque coup de piston de la machine. L'importance de ces deux éléments était, dès cette époque, parfaitement comprise par les ingénieurs anglais du Cornouailles et par moi-même. M. John Taylor avait, en diverses occasions, exprimé combien il serait utile de mesurer directement l'eau alimentaire injectée dans les chaudières des machines, et l'usage du petit manomètre portatif à ressort dont j'ai publié la description dans les *Annales des Mines* (tome XVI, 1839) était déjà assez fréquent en Angleterre. Quelques années après la publication de mon Mémoire, un constructeur français, M. Halette, d'Arras, avait déjà construit des machines du système du Cornouailles; plus tard deux machines du même genre furent importées d'Angleterre en France et établies, l'une à Rive-de-Gier, l'autre sur la mine de lignite du Rocher-Bleu, dans le département des Bouches-du-Rhône.

» Les machines du Cornouailles attiraient de plus en plus l'attention des ingénieurs anglais. On appliqua sur les cylindres de ces machines le manomètre à ressort et l'on obtint les courbes des tensions. On mesura dans quelques-unes de ces machines le volume d'eau injecté dans les chaudières, au moyen d'un hydromètre qui avait été le sujet d'un prix proposé par M. Robert Fox, dans la Société polytechnique du Cornouailles. Les résultats furent publiés dans les Transactions de la Société des ingénieurs civils et d'autres recueils périodiques anglais.

» En 1840, M. Piot, élève distingué de l'École des Mines, fit un voyage d'instruction en Angleterre, et fut chargé de recueillir des observations faites par lui-même, ou par les ingénieurs de la contrée, sur les tensions variables de la vapeur dans les cylindres, avant et après la fermeture de la soupape d'admission, sur les quantités d'eau vaporisées dans les chaudières, les formes des chaudières, les quantités de combustible brûlées.

» M. Piot, grâce à l'obligeance de M. Robert Fox, put appliquer un manomètre à ressort sur les cylindres de trois machines et rapporter les diagrammes ou courbes des tensions variables de la vapeur dans ces cylindres.

» Les formes et dimensions des chaudières usitées et des quantités de combustibles brûlées dans un temps donné, sont également consignées dans le Mémoire manuscrit rédigé pendant son voyage. Quant à la mesure directe

des quantités d'eau vaporisées, il ne put faire aucune expérience directe à ce sujet, et n'obtint que des renseignements qui n'offraient pas les conditions d'exactitude et de précision désirable; avant cette époque, M. Thomas, ancien élève de l'École centrale des Arts et Manufactures, et aujourd'hui professeur à cette école, avait appliqué sur plusieurs machines, et entre autres sur une machine à haute pression et à détente établie à Charonne, un manomètre à ressort que j'avais rapporté d'Angleterre. Il voulut bien me communiquer le résultat de ses observations, et m'inviter à venir les répéter avec lui. Il avait constaté que la tension de la vapeur dans le cylindre, pendant la détente, variait beaucoup moins rapidement que suivant la raison inverse des volumes. Ce fait qui s'était reproduit, me dit-il, dans toutes les observations qu'il avait pu faire, est extrêmement marqué dans la courbe des tensions que nous relevâmes ensemble sur la machine de Charonne, et dont un calque est joint à mon Mémoire.

» M. Frimot, dans une conversation qui avait eu lieu entre nous, à Brest, dans l'été de 1838, m'avait parlé de l'utilité des enveloppes ou chemises des cylindres, comme prévenant la perte de chaleur occasionnée par la vaporisation de l'eau liquide qui pouvait rester dans les cylindres des machines, à la fin de l'excursion du piston, au moment où l'on ouvre la communication avec le condenseur.

» Les principales conséquences que j'ai déduites des observations faites par M. Piot sur les machines du Cornwall, par M. Thomas et moi-même sur la machine de Charonne, par divers auteurs anglais sur les machines du Cornwall, étaient déjà arrêtées et mises par écrit. J'en avais communiqué la substance à la Société philomatique, dans les séances des 21 et 28 janvier dernier, lorsque j'ai eu connaissance des observations importantes faites par M. Wicksteed sur les quantités d'eau dépensées dans deux machines à élever l'eau établies à Londres (Oldford), l'une du système du Cornwall, l'autre du système de Boulton et Watt. J'ai discuté les expériences nouvelles de M. Wicksteed et elles ont pleinement confirmé les déductions auxquelles j'étais parvenu.

» Je conviens que les observations recueillies ne sont point encore assez nombreuses pour mettre hors de doute la généralité de ces conclusions. Néanmoins il m'a semblé qu'elles n'étaient pas tout à fait indignes d'être soumises au jugement de l'Académie, et qu'il était utile de les présenter au public, ne fût-ce que pour provoquer de nouvelles observations et une discussion plus approfondie des phénomènes qui se passent dans les machines à vapeur.

» Les faits observés, et les conclusions que j'en ai tirées, peuvent être réunis ainsi qu'il suit :

» 1°. Dans les machines à vapeur à détente, c'est-à-dire dans les machines où la vapeur de la chaudière n'est admise dans le cylindre que pendant une partie de la course du piston, la tension de la vapeur, après la fermeture de la soupape d'admission, diminue en général moins rapidement que suivant la raison inverse des volumes, soit que les cylindres soient renfermés dans une enveloppe et baignés extérieurement par la vapeur qui vient de la chaudière, soit que les cylindres n'aient point d'enveloppes et soient exposés au contact de l'air extérieur;

» 2°. La tension de la vapeur, dans les cylindres, pendant que la soupape d'admission demeure ouverte, est tantôt à peu près constante, tantôt variable. Dans ce second cas, la tension arrive à son maximum presque dès l'origine de la course du piston, et commence immédiatement à décroître; la vapeur agit ainsi par expansion, pendant que la soupape d'admission est ouverte, et si l'on trace une courbe dont les ordonnées soient proportionnelles aux tensions variables de la vapeur, pendant l'excursion totale du piston, et dont les abscisses soient proportionnelles aux distances du piston à l'origine de sa course, il arrive quelquefois que les deux parties de cette courbe correspondantes aux espaces parcourus par le piston, avant et après la fermeture de la soupape d'admission, forment une seule et même courbe continue, sans jarrets ou inflexions brusques. Dans le premier cas, la tension de la vapeur dans le cylindre arrive à son maximum presque dès l'origine de la course du piston, et demeure ensuite constante jusqu'au moment de la fermeture de la soupape d'admission, point à partir duquel elle décroît moins rapidement que suivant la raison inverse des volumes. La tension maximum de la vapeur dans le cylindre est toujours très-notablement inférieure à celle qui existe dans la chaudière.

» 3°. Lorsque, dans les machines à simple effet du système du Cornwall, on ouvre la soupape d'équilibre qui met en communication les espaces séparés par le piston de la machine, la tension de la vapeur qui se répand aussitôt dans un espace plus grand que celui qu'elle occupait diminue, et la tension qui s'établit est à la tension primitive dans un rapport plus petit que le rapport inverse des volumes.

» 4°. Connaissant le volume occupé par la vapeur dans le cylindre d'une machine, à la fin de la course du piston, la tension de cette vapeur, ainsi que la tension et la température de la vapeur dans la chaudière, on peut déterminer par les formules connues les limites supérieure et inférieure du poids

de vapeur qui existe alors dans le cylindre ; ces limites sont aussi celles du poids d'eau dépensé par la chaudière, par coup de piston, lorsqu'il ne reste point d'eau liquide dans le cylindre à la fin de la course du piston. S'il reste, au contraire, de l'eau à l'état liquide, le poids d'eau dépensé par la chaudière peut dépasser la limite supérieure ainsi déterminée.

» Connaissant le volume occupé par la vapeur dans le cylindre d'une machine à détente, au moment où la soupape d'admission est fermée, la tension de cette vapeur et la température dans la chaudière, on peut déterminer les limites supérieure et inférieure du poids de vapeur qui existe alors dans le cylindre; dans tous les cas où la tension de la vapeur dans le cylindre demeurait à peu près constante, pendant l'ouverture de la soupape d'admission, j'ai trouvé que le poids d'eau réellement dépensé par la chaudière dépassait notablement la limite supérieure ainsi déterminée et que, par conséquent, il y avait de l'eau liquide dans le cylindre au moment de la fermeture de la soupape d'admission. (Trois machines d'épuisement du Cornwall, la machine de Watt et Boulton à simple effet d'Oldford, à Londres, ont donné un semblable résultat.)

» Des faits exposés ci-dessus je déduis les conséquences suivantes:

» Dans la plupart des machines à vapeur, et probablement dans toutes ces machines, une partie de la vapeur admise dans le cylindre se liquéfie immédiatement par l'action refroidissante des parois du cylindre, dont la capacité était quelques instants avant en communication avec le condenseur; peut-être aussi que la liquéfaction est en partie occasionnée par l'état de mouvement de la vapeur dans les tuyaux. Quoi qu'il en soit, il se forme dans le cylindre de l'eau liquide aux dépens de la vapeur admise, indépendamment de celle qui peut être entraînée, à l'état globulaire, de la chaudière dans le cylindre.

» L'eau liquéfiée se vaporise de nouveau pendant la détente de la vapeur, de sorte que de nouvelles quantités de vapeur s'ajoutent pendant cette détente à la vapeur déjà existante; c'est ce qui fait que les tensions diminuent moins rapidement que suivant la raison inverse des volumes.

» Dans les machines dont les cylindres sont baignés par la vapeur de la chaudière circulant dans une enveloppe, et sont ainsi exposés à une source de chaleur extérieure, la totalité de l'eau liquéfiée est vaporisée de nouveau, lorsque le piston arrive à la limite inférieure de son excursion, pourvu toutefois que l'espace occupé par la vapeur, à la fin de la course, soit égal à deux ou trois fois son volume primitif. Dans les machines dépourvues d'enveloppes dont les cylindres sont exposés au contact de l'air ambiant, la totalité de l'eau

liquéfiée n'est point vaporisée à la fin de la course du piston, et se réduit subitement en vapeur au moment où la capacité du cylindre est mise en communication avec le condenseur (machine de Charonne); la même chose a lieu dans les machines pourvues d'enveloppes, lorsque la détente n'a qu'une petite étendue (machine de Boulton et Watt d'Oldford).

» L'utilité des enveloppes, ou plutôt l'utilité d'exposer les cylindres des machines à vapeur à une source de chaleur extérieure, dans le but d'augmenter la quantité de travail développé par un même poids d'eau vaporisée dans la chaudière, ou de combustibles consommés, est mise hors de doute, tant par l'expérience directe qui en a été faite que par l'observation détaillée des phénomènes que présente l'action de la vapeur dans les cylindres des machines, et la discussion raisonnée de ces observations.

» Dans les machines d'épuisement à simple effet du Cornwall, convenablement disposées et chargées, le travail transmis au piston par chaque kilogramme d'eau dépensé par la chaudière s'élève fréquemment à 35 000 kil. élevés à 1 mètre de hauteur par kilogramme d'eau vaporisé dans les chaudières, et le travail utile réalisé à 32 000 kilogr. élevés à 1 mètre de hauteur. Dans la machine d'épuisement à basse pression et à simple effet du système de Boulton et Watt établie à Oldford, le travail transmis au piston par chaque kilogramme d'eau dépensé par la chaudière ne dépasse pas 17 000 à 18 000 kilogr. élevés à 1 mètre de hauteur, ni le travail utilisé 13 000 à 14 000 kilogr. élevés à 1 mètre.

» Malgré la grande supériorité des machines du Cornwall sur les machines de Boulton et Watt et sur toutes les autres machines usitées, il paraît certain que l'on n'a pas encore atteint, dans ces machines, la limite de l'effet utile dû à la vaporisation d'un poids d'eau déterminé ou à la consommation d'une quantité donnée de combustible, que l'on peut atteindre dans la pratique. Cet effet serait certainement augmenté si l'on parvenait à prévenir la liquéfaction d'eau qui a lieu lors de l'admission de la vapeur dans le cylindre, et on arriverait vraisemblablement à la prévenir ou à la diminuer beaucoup en exposant le cylindre à une source de chaleur extérieure, dont la température dépassât celle de la vapeur dans les chaudières. On pourrait utiliser pour cela les produits gazeux de la combustion qui sont probablement jetés dans la cheminée à une température de 250 à 300 degrés centigrades au moins. Je pense qu'en adoptant des dispositions assez simples, en donnant aux conduits dans lesquels les gaz circuleraient des dimensions égales à la section de la cheminée, l'activité de la combustion sur la grille ne serait pas sensiblement ralentie par la circulation des gaz chauds autour du cylindre.

Je remarque d'ailleurs que la combustion est très-lente sur les grilles des chaudières du Cornwall, ce qui est plutôt avantageux que défavorable à l'effet utile du combustible.

» Aucune des formules proposées jusqu'ici pour calculer le travail transmis au piston d'une machine à vapeur par un poids déterminé d'eau vaporisé dans les chaudières, ne tient compte du fait capital de la liquéfaction d'eau dans le cylindre, et de la vaporisation totale ou partielle de cette eau pendant la détente de la vapeur. Ces formules supposent toutes que la tension de la vapeur varie suivant des lois très-différentes de celles qui ressortent de l'observation directe. Elles sont par conséquent inexactes, et si, en quelque cas, elles fournissent pour le rapport entre les quantités de travail transmises au piston et les quantités d'eau vaporisées dans les chaudières, des valeurs assez rapprochées de celle que donne l'observation directe, cela n'arrive que par une compensation d'erreur en sens contraire, et ne peut être invoqué comme une preuve de leur exactitude. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur l'eau liquide mêlée à la vapeur, dans le cylindre des machines à vapeur; par* M. DE PAMBOUR.

« Dans toutes les machines à vapeur, il y a une certaine quantité d'eau entraînée à l'état liquide et mêlée avec la vapeur, mais sans être elle-même vaporisée. Dans les locomotives, tant à cause des secousses qu'elles éprouvent dans le mouvement, qu'à cause de leur construction particulière, cette perte peut être évaluée moyennement à 0.24 de la vaporisation brute ou de la dépense d'eau de la chaudière, ainsi qu'il résulte des expériences rapportées dans un Note transmise à l'Académie sur ce sujet (séance du 16 octobre 1839). Dans les machines fixes ordinaires, on n'a point de données certaines sur la perte dont il est question, mais dans les machines bien faites, elle ne paraît s'élever moyennement qu'à 0.05 de la vaporisation brute, ce qui a besoin, du reste, d'être déterminé d'une manière positive.

» Dans les machines à haute pression, à détente, et à cylindre non réchauffé par un courant de vapeur, comme l'eau entraînée de la chaudière se trouve, pendant la détente, à une plus haute température que la vapeur détendue, surtout si la détente est considérable, cette eau, après avoir d'abord réparé les pertes de chaleur du cylindre, se vaporise nécessairement en partie, mais jamais totalement, et elle concourt alors à la production de l'effet utile. Il en résulte que, dans ces machines, la perte d'effet due à cette cause est moins

considérable que dans les machines sans détente; mais comme, d'un autre côté, la dimension des chaudières et la haute pression de la vapeur y sont plus favorables à l'entraînement de l'eau, cet avantage se trouve à peu près contre-balancé par un désavantage contraire.

» Dans les machines de Cornwall, comme les passages de la vapeur sont extrêmement larges, qu'ils s'ouvrent subitement à leur largeur totale, ce qui n'a lieu dans aucune des autres machines, et que l'espace réservé à la vapeur dans la chaudière est très-exigu, il n'y a pas de doute qu'une portion considérable de l'eau ne soit d'abord entraînée à l'état liquide avec la vapeur. Mais, une fois parvenue dans le cylindre, la vapeur s'y détend en baissant de température, et elle se trouve réchauffée au moyen de la vapeur qui circule de la chaudière dans l'enveloppe du cylindre. Ce réchauffement est d'autant plus grand que la détente de la vapeur est plus considérable, la pression plus élevée dans la chaudière, et le mouvement du piston interrompu par de plus longs intervalles de repos entre les courses.

» Le premier effet de cette addition extérieure de calorique doit être de vaporiser, pendant la course du piston, l'eau tenue en suspension dans la vapeur. Son influence peut aller, soit jusqu'à vaporiser partiellement cette eau, soit jusqu'à la vaporiser en totalité, soit jusqu'à la vaporiser entièrement, et à réchauffer en outre la vapeur résultante, ainsi que toute celle contenue dans le cylindre, à une température voisine de celle de la chaudière.

» On reconnaît cet effet dans les machines de Cornwall, en comparant la vaporisation produite dans la chaudière avec le volume occupé par la vapeur dans le cylindre, sous les pressions marquées par l'*indicateur*. En effet, comme on connaît le volume que devrait avoir la vapeur si la totalité de l'eau était transformée en fluide élastique sous la pression indiquée, en comparant ce volume avec le volume réellement occupé par la vapeur au même instant dans le cylindre, la différence sera la quantité d'eau contenue à l'état liquide dans la vapeur, aux mêmes points de la course du piston. Ce procédé est semblable à celui que j'ai employé déjà pour les locomotives, et peut servir également pour toutes les machines à vapeur.

» En l'appliquant à quelques tracés d'indicateur publiés par M. Henwood, dans les *Transactions de l'institution des ingénieurs civils de Londres* (vol. II, pages 49 et suiv., et pl. IV), on trouve que la quantité d'eau existant à l'état liquide dans la vapeur a dû être considérable au commencement de la course, que cette eau s'est vaporisée ensuite complétement, et qu'à la fin de la course du piston, la vapeur contenue dans le cylindre s'est trouvée réchauffée à une température qui a augmenté notablement son volume, et par

suite, sa pression. C'est pour tenir compte, autant que possible, de cette double circonstance, que j'ai compté, dans les machines de Cornwall, la vaporisation effective comme égale à la vaporisation brute de la chaudière, tandis que pour toutes les autres machines, j'introduis une réduction à cet égard.

» En faisant le calcul pour l'un des tracés mentionnés plus haut, celui de la machine de Wilson, à Huel-Towan, et y appliquant la vaporisation correspondante à la quantité de combustible brûlée dans le foyer, d'après les observations moyennes du comté de Cornwall, enregistrées par M. Lean (9.335 livres d'eau par livre de combustible), on trouve les résultats suivants :

A 2.2 pieds de l'origine de la course (clôture de la soupape d'admission).	0.23	d'eau liquide dans le cylindre.
A 4 pieds.	0.11	*Id.*
A 6 pieds.	0.00	*Id.*
A 8 pieds.	0.06	d'augmentation de volume.
A 10 pieds (fin de la course).	0.11	*Id.*

Cependant, comme la vaporisation de la chaudière, la liberté du cylindre et quelques autres données du calcul, ne sont pas connues exactement, nous ne citons ces résultats que pour montrer leur tendance.

» D'ailleurs les effets mentionnés dépendent de plusieurs circonstances fondamentales, sur lesquelles nous sommes en ce moment occupé à faire des expériences, de sorte que nous n'en voulons rien conclure jusqu'ici. Ce n'est qu'afin de pouvoir continuer ces recherches, sans qu'on croie qu'elles nous ont été suggérées par les travaux d'autres personnes, que nous avons voulu faire connaître que ce sujet avait attiré déjà notre attention. Nous pourrions même ajouter qu'il y a plus d'un an que nous avons mentionné à un membre de l'Académie la circonstance de la réabsorption en vapeur de l'eau liquide entraînée dans le cylindre des machines, mais nous ne prétendons en aucune manière réclamer une priorité quelconque pour ce motif.

» Nous ajouterons seulement que l'eau mêlée à la vapeur, dans les machines de Cornwall à simple action, nous paraît avoir été entraînée de la chaudière à l'état liquide et non produite par la condensation au contact du cylindre. Les motifs qui nous font admettre cette explication, sont : d'abord les circonstances relatives aux passages de la vapeur, déjà mentionnées, et qui ont été reconnues par l'expérience, dans les locomotives, produire éminemment l'entraînement de l'eau dans les cylindres ; de plus, que le condenseur n'est ouvert, dans ces machines, et, par conséquent, le

cylindre refroidi, que pendant la course descendante du piston, tandis que le condensateur se trouve fermé et le cylindre réchauffé, pendant la course remontante, qui dure trois fois autant que la première, et, en outre, pendant tout l'intervalle de repos de la machine qui est souvent très-long; que la température observée dans l'enveloppe du cylindre par M. Wicksteed (*On the Cornish engine*, p. 19) ne s'est trouvée, dans les cas les plus défavorables, que de 7 degrés de Fahrenheit sur 284, au-dessous de la pression de la chaudière; et, enfin, que s'il y avait condensation de la vapeur à son entrée dans le cylindre, comme pendant tout le temps que la soupape d'admission reste ouverte, la température de la vapeur se trouve soutenue par l'arrivée continuelle de nouvelles quantités de vapeur de la chaudière, la vapeur admise aurait une température supérieure à celle de la paroi intérieure du reste du cylindre, avec lequel elle n'est pas encore en contact. Donc, dès la clôture de la soupape d'admission, cette vapeur, se répandant par le mouvement du piston sur une surface plus froide qu'elle, se condenserait en partie, tandis que, d'après les observations rapportées plus haut, nous voyons, au contraire, que, loin qu'il y ait condensation de la vapeur, il y a dès ce moment même vaporisation de l'eau liquide contenue dans la vapeur. »

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur les volcans de l'Auvergne; par* M. ROZET. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Beaucoup d'ouvrages ont été publiés sur cette curieuse partie de la France, mais aucun n'embrasse l'ensemble des phénomènes géognostiques qu'elle présente. C'est après avoir consacré deux fois six mois à leur étude que je me suis décidé à rédiger, sur les volcans de l'Auvergne, un travail général, que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie. Voici les principaux résultats auxquels m'a conduit l'examen d'un grand nombre de faits.

» 1°. Depuis le dépôt du terrain houiller jusqu'à la révolution qui a soulevé les chaînes de Corse et de Sardaigne, dirigées N.-S., le grand plateau central de la France était resté immergé. Ce n'est qu'à cette époque qu'il s'y est produit de grandes dépressions dans lesquelles s'est formé un terrain lacustre qui appartient au second terrain tertiaire.

» 2°. Toutes les éruptions volcaniques sont postérieures au dépôt de ce terrain tertiaire, et appartiennent à trois grandes époques, trachytique, ba-

saltique, et lavique qui se sont succédé immédiatement et dont les produits sont intimement liés entre eux.

» 3°. Les éruptions trachytiques ont été déterminées par la révolution qui a donné naissance aux Alpes françaises et ont eu lieu suivant deux grandes fentes dirigées comme l'axe de cette chaîne, S. 22°. O. à N. 22°. E.

» 4°. Les éruptions basaltiques ont eu lieu suivant deux grandes lignes dirigées E. 5° N. à O. 5°. S. qui viennent couper celle des trachytes dans les massifs du Cantal et du Mont-Dore. La plus septentrionale de ces lignes se trouve exactement sur le prolongement de la chaîne des Alpes principales qui passe entre Clermont et Issoire, et la seconde lui est parallèle. Les terrains relevés et percés par les basaltes prouvent qu'ils sont sortis à la même époque que celle assignée par M. de Beaumont pour le soulèvement des grandes Alpes.

» 5°. Tous les volcans modernes qui ont éclaté au milieu des basaltes se trouvent placés dans une bande étroite, dirigée N. S. sur le dos du grand bombement occidental produit à l'époque du soulèvement de la Corse et dans la région où viennent se croiser toutes les lignes des soulèvements qui ont influé sur le relief de la contrée. La direction suivie par les cratères de l'Auvergne peut se rapporter à une ligne qui joindrait l'Etna, le Stromboli et le Vésuve, et parallèlement à laquelle M. de Collegno a récemment observé, en Toscane, une grande faille qui s'est produite à travers les terrains les plus récents.

» 6°. Toutes les lignes de dislocation que j'ai pu reconnaître en Auvergne, viennent se croiser dans les massifs du Cantal et du Mont-Dore, et de ce croisement résultent tous les accidents orographiques que ces deux montagnes présentent.

» 7°. Enfin la comparaison entre les résultats des observations géodésiques et astronomiques faites par les ingénieurs géographes, prouve un bombement considérable de la croûte du globe, dans la région volcanique de l'Auvergne. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la section des taches de la cornée.* Note de M. Malgaigne.

(Commissaires, MM. Roux, Breschet.)

« Lorsque les taches de la cornée datent de longues années, et qu'elles ont résisté à toutes les applications médicamenteuses, la chirurgie a confessé jusqu'ici son impuissance. Cependant, des autopsies nombreuses m'avaient

montré que, le plus ordinairement, ces taches n'occupent que les couches extérieures de la cornée, les couches internes demeurant transparentes. Dès lors il y avait lieu de se demander s'il ne serait pas possible d'enlever avec le bistouri les couches compromises; mais une objection grave s'élevait alors: la cicatrice ne serait-elle pas autant ou plus opaque que les taches primitives?

» J'ai fait des expériences sur les animaux vivants; j'ai disséqué environ la moitié de l'épaisseur de la cornée, et j'ai obtenu une cicatrice parfaitement et absolument transparente. Voilà le fait nouveau, désormais acquis à la science.

» Rassuré sur ce point, j'ai cru pouvoir dès lors en tenter l'application sur l'homme; déjà une première opération a été faite sur une jeune fille de l'hôpital clinique, où j'ai l'honneur de suppléer M. Jules Cloquet; aussitôt la dissection achevée, la malade s'est écriée qu'elle voyait.

» Je me borne pour l'instant à rendre compte de ces premiers essais à l'Académie, me réservant de lui faire connaître les résultats que donneront ces opérations. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Électro-chimie, argenture, perfectionnement apporté par* M. **Ph. Mourey.**

(Commissaires, MM. Dumas, Becquerel, Héricart de Thury.)

« Dès que M. Auguste de la Rive eut publié le résultat de ses recherches relatives à l'application d'un métal précieux sur un autre de moindre valeur, on vit, de toutes parts, savants et industriels se mettre à l'œuvre, chacun cherchant dans sa direction à en faire l'application manufacturière ou à apporter au procédé les perfectionnements qu'une expérience de tous les jours démontrait nécessaires; car le principe, bon en lui-même, était néanmoins susceptible de grandes améliorations quant à la pratique.

» Plus heureux que le savant genevois, M. Elkington, qui s'était occupé de recherches à ce sujet, fit usage d'un dissolvant alcalin qu'a employé également M. de Ruolz.

» Très-peu de temps après, M. Becquerel communiquait à l'Académie un procédé par lequel, au moyen de ses appareils, on parvenait à dorer et à argenter les objets qui, jusque-là, ne paraissaient pas susceptibles de l'être, tels que le filigrane. A dater de ce moment, la dorure et l'argenture entrèrent dans une voie nouvelle, et l'Académie a déjà sanctionné ce résultat en ac-

cordant aux inventeurs, MM. de la Rive, Elkington et de Ruolz, le prix Montyon.

» Toutefois l'argenture laissait encore tout à désirer, en ce sens que les pièces, d'un blanc mat parfait à leur sortie du bain, ne tardaient pas à perdre leur éclat, et même, au bout de quelques jours, à devenir d'un jaune sale; voulait-on les mettre en couleur par les moyens ordinaires, on les altérait.

» Frappé de ce fâcheux résultat, qui tendait, sinon à détruire, du moins à infirmer une invention si parfaite, je me mis à rechercher quelle en pouvait être la cause, et je trouvai que la couleur jaune de l'argenture provenait d'un cyanure ou sous-cyanure resté à la surface après l'opération et que la lumière décomposait peu à peu.

» Dans cet état, les pièces n'étaient plus recevables dans le commerce, accident qui m'arriva plusieurs fois et me fit un tort assez considérable; je me décidai donc à tenter quelques recherches dans lesquelles j'eus le bonheur de réussir, et qui me mirent à même de rendre un grand service aux inventeurs eux-mêmes, en leur communiquant gratuitement le fruit de ma découverte, dans le seul but d'être utile à l'industrie qui, n'ayant plus à craindre ces altérations de l'argenture, pourra se livrer à la fabrication de l'orfévrerie et autres objets d'art susceptibles d'être argentés.

» Voici par quels moyens je suis arrivé aux résultats justifiés par les échantillons que l'Académie a sous les yeux.

» Je songeai à employer le borax, que je fis dissoudre et dont je couvris mes pièces en couche assez épaisse, puis je soumis celles-ci à l'action d'une température assez élevée, jusqu'à la calcination du borax; je m'étais servi d'un moufle pour y placer mes pièces, ayant reconnu ce moyen pour plus sûr et plus prompt. La température à laquelle j'opérai était celle au-dessous du rouge-cerise.

» Cette opération achevée, je fis un dérochage dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique, en laissant les pièces se décaper dans le liquide : cette dernière opération peut être activée par l'action de la chaleur; ensuite je lavai les pièces, et les séchai dans la sciure de bois chaude; toutefois, malgré ce séchage, il est urgent de les soumettre à la chaleur, afin de chasser l'humidité qu'elles pourraient encore conserver. Ce dernier point est aussi un tour de main qui a pour but de donner un plus beau mat, ce dont l'Académie pourra se convaincre par l'examen de mes pièces.

» En outre, je crois mon procédé d'autant plus utile, qu'il n'est pas nécessaire que les pièces sortent blanches de la dissolution argentifère, l'action du feu leur donnant cette couleur blanc parfait qui distingue les pièces que

j'ai l'honneur de présenter. Tel est le résultat de mes recherches que l'expérience est venue justifier, car M. Christofle, bijoutier distingué auquel je le communiquai aussitôt que je fus certain de la réussite, le mit de suite en exécution dans ses ateliers.

» En terminant, je dois dire que si quelque chose a dû m'encourager à présenter cette Note, c'est, sans contredit, l'accueil bienveillant de plusieurs savants distingués que cette Académie compte dans son sein, et dont l'un d'eux, M. Becquerel, sur la communication que je lui en fis, voulut bien m'honorer d'une lettre très-flatteuse pour moi, dans laquelle il reconnaissait la bonté des moyens que j'avais employés. »

M. Scoutetten, premier professeur à l'hôpital militaire d'Instruction de Strasbourg, transmet copie d'un Rapport qu'il a adressé à M. le Ministre de la Guerre après un voyage fait en Allemagne pour y étudier l'*Hydrothérapie.*

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Andral.)

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur la limite des neiges perpétuelles sur les glaciers du Spitzberg comparés à ceux des Alpes. — Sur les phénomènes diluviens et les théories où on les suppose produits par les glaciers ;* Mémoire de M. Durocher.

(Commissaires, MM. Arago, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

GÉOLOGIE. — *Recherches sur la géologie du Chili et particulièrement : 1° Sur le terrain des porphyres stratifiés dans les Cordillères ; 2° Sur le rapport qui existe entre les filons métalliques et les terrains du système des Andes ; par* M. I. Domeyko.

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

MINÉRALOGIE. — *Description et analyse de quelques espèces minérales trouvées au Chili; par* M. I. Domeyko.

(Commissaires, MM. Berthier, Beudant.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur le calcul des variations; par* M. Laurent.

(Commissaires, MM. Cauchy, Liouville.)

PHYSIQUE. — *De l'action réciproque de deux courants électriques dans un même fil et dans des fils isolés très-voisins ; dès lors de l'induction volta-électrico dynamique, et de l'identité entre la puissance inductive électro-magnétique et magnéto-électrique ; par* M. **Zantedeschi.**

(Commissaires, MM. Becquerel, Pouillet, Despretz.)

M. **Buffet** adresse la description et la figure d'une nouvelle *locomotive.*

(Commission des machines à vapeur.)

CORRESPONDANCE.

ÉCONOMIE RURALE. — *Note sur la formation de la graisse chez les animaux; par* M. **Liebig.**

« Dans la séance du 6 mars, M. Dumas s'exprime, à l'égard de l'opinion que je me suis formée sur l'origine de la graisse chez les animaux herbivores, dans les termes suivants (voir *Comptes rendus*, t. XVI, p. 558) :

« Dès qu'il a eu connaissance de nos analyses de fourrages, M. Liebig s'est » empressé de les répéter, et, dans ce cas comme dans celui du maïs, il en a » reconnu l'exactitude : il s'était donc trompé en niant l'existence des ma- » tières grasses dans les aliments des herbivores. Mais M. Liebig adresse » d'autres objections maintenant à l'opinion qu'il combat; il ne s'agit plus de » l'absence totale de matières grasses dans ces aliments, mais des proportions, » mais des propriétés. »

» Je me permets de faire remarquer à l'Académie que les analyses de MM. Dumas et Payen qui sont parvenues à ma connaissance se réduisent à une détermination des matières solubles dans l'éther que renferment le foin et le maïs. J'ignore les autres analyses de ces messieurs qui les ont conduits à admettre que l'herbe et les racines mangées par les vaches contiennent du beurre, que le fourrage donné aux bestiaux renferme de la graisse de bœuf. J'ai nié et je nie encore la présence des graisses (combinaisons d'acides gras avec la glycérine) dans la nourriture de la vache et du bœuf; je nie la présence de la bile (ou plutôt des matières solubles dans l'éther contenues dans la bile)dans la même nourriture ; je nie la présence de l'huile de poisson et du blanc de baleine dans les plantes de mer; mais j'admets volontiers, avec une cinquantaine de chimistes qui nous l'ont appris, que les herbes et feuilles vertes contiennent une cire verte, appelée communément chlorophylle, et

des recherches qui me sont propres m'ont mis à même de constater la découverte de l'excellent observateur Proust, que le fourrage, les feuilles vertes des choux, des graminées, les cerises et les prunes contiennent une cire blanche.

» Je m'étonne bien que la présence de cette cire dans le foin et dans les pommes de terre ait pu échapper à des chimistes aussi exercés, car ces messieurs n'en font pas mention dans les deux Mémoires qu'ils ont lus devant l'Académie, et ce n'a été qu'après que j'eus appelé leur attention sur cette cire, par l'envoi de mon Mémoire, dont M. Payen vient de citer, dans la séance du 6 mars, un passage incorrect, que ces messieurs se sont empressés de modifier leur théorie. Je suis enfin porté à croire que M. Dumas, en émettant son opinion sur l'origine de la graisse chez les animaux, n'avait encore fait aucune expérience à ce sujet, car il a appris à l'Académie, dans la même séance du 6 mars, que lui, M. Boussingault et M. Payen avaient tout simplement adopté l'opinion de MM. Gmelin et Tiedemann, qui supposent (voir *Comptes rendus*, t. XVI, p. 561) « les matières grasses toutes faites dans les aliments. » L'aveu de ces messieurs, que cette théorie n'appartient pas à eux, mais à mes illustres compatriotes, me paraît avoir été un peu retardé; mais il est vrai de dire qu'il y a maintenant une certaine responsabilité à partager.

» Dans l'expérience que j'ai rapportée dans ma Lettre (insérée dans le *Compte rendu*, t. XVI, p. 552), une vache qui mangeait (dans l'établissement de MM. Koch à Giessen) 15 kilogr. de pommes de terre et $7^{\text{kil.}}$,500 de foin, recevait dans ses aliments en 6 jours, d'après mes analyses, 756 grammes de matières solubles dans l'éther, et dans ses excréments cette même vache rendait en 6 jours 747 grammes de matières solubles dans l'éther; c'est à bien peu de chose près toutes celles qui ont été consommées. La vache en question fournissait à M. Koch, en 6 jours, une quantité de lait égale à celle que M. Boussingault a obtenue, dans sa terre à Bechelbronn, d'une vache soumise au même régime.

» Il est impossible de tirer de mes expériences une autre conclusion que la suivante : *les matières grasses contenues dans les pommes de terre et le foin ne contribuent en rien à la formation du beurre, puisqu'elles sortaient dans les fécès.*

» Dans mon Mémoire que j'ai envoyé à MM. Payen, Boussingault et Dumas, j'ai dit que la substance qui s'extrait du foin par l'éther consiste en chlorophylle et en une cire particulière, différente dans ses propriétés de la cire d'abeilles; elle a la plus grande ressemblance avec la matière cireuse qui a été recueillie si abondamment des feuilles de la canne à sucre par M. Ave-

quin, matière qui a reçu de la part de M. Dumas le nom de cérosie et qui a été analysée par le même chimiste.

» Cette cire, je l'ai retrouvée dans les fécès de la vache, dans le même état et avec les mêmes propriétés qu'elle possédait dans le foin.

» Mes expériences n'ont donc, comme M. Dumas veut le faire croire à l'Académie, aucun rapport avec l'alimentation d'une vache fictive, mais elles ont une portée toute réelle. Elles prouvent « que les matières circuses con-
» tenues dans les feuilles des plantes, en passant dans le corps des herbi-
» vores, ne sont pas forcées de subir dans leur sang l'influence de l'oxygène
» et n'éprouvent pas de commencement d'oxydation d'où résultent les acides
» stéarique, margarique et oléique. » (Voir *Comptes rendus*, t. XVI, p. 553.)

» Dans mon ouvrage sur la Chimie appliquée à la physiologie et à la pathologie (Paris, Fortin, Masson, etc., octobre 1842), j'ai décrit en détail, p. 318, les belles expériences de M. Gundlach, à Cassel (non celles de M. Huber, comme M. Payen se plaît à le croire), qui montrent que pour vingt parties de miel consommé par les abeilles, elles rendent une partie de cire. M. Gundlach montre encore que la cire se produit aussi quand on nourrit les abeilles de sucre de canne, résultat qui n'a rien d'étonnant, puisqu'on sait que le miel renferme du sucre de raisin.

» MM. Dumas, Boussingault et Payen expliquent le fait de la formation de la cire dans le corps des abeilles nourries de miel, d'une manière très-ingénieuse; ces habiles chimistes sont portés à croire (voir *Comptes rendus*, t. XVI, p. 350) « qu'il en est d'une abeille comme d'une nourrice. Si cette dernière
» trouve dans ses aliments la matière grasse et la protéine dont son lait a besoin,
» elle produit du lait pour son nourrisson et sa santé n'en souffre pas. Si on la
» prive au contraire de ces aliments gras ou albuminoïdes, elle produit en-
» core sans doute du lait, mais c'est aux dépens de sa propre substance que
» le lait se produit en pareil cas. »

» *Chez les vaches la graisse se produit donc, d'après MM. Dumas, Boussingault et Payen, de la cire contenue dans le foin.*

» *Chez les abeilles nourries de sucre, c'est de leur graisse que la cire est fabriquée.*

» D'après ce qui précède, il sera très-curieux d'examiner si le sucre de lait manque dans le lait de la nourrice qui fournit du lait aux dépens de sa propre substance, ou s'il se produit aussi aux dépens de la graisse ou des matières albumineuses. C'est un fait physiologique de la plus haute importance que, d'après mes analyses, les herbes et grains des environs de Giessen

qui produisent dans le corps des vaches les mêmes effets qu'à Paris, diffèrent tant, par rapport aux matières grasses qu'ils contiennent, de ceux des environs de Paris. La fibrine du sang possède aussi à Paris une autre composition qu'à Giessen; et la découverte la plus curieuse est sans doute que la légumine tirée des pois, des lentilles et des haricots, se dissout à Paris dans l'acide acétique et renferme 18 p. 100 d'azote, pendant que la même matière, préparée d'après la même méthode à Giessen, refuse de se dissoudre dans cet acide et ne contient que 14 p. 100 d'azote. (Voir *Comptes rendus*, t. XV, p. 976.) »

« M. **Dumas** fait remarquer qu'au point où cette discussion est amenée, il faut laisser les raisonnements de côté et s'en rapporter aux faits; elle rentre évidemment dans le domaine de l'agriculture pratique, à qui il appartient de la résoudre définitivement par des expériences bien combinées, et qui peut trouver une source de profit considérable dans l'application des vues, quelles qu'elles soient, dont la justesse demeurera démontrée.

» Il demande toutefois à l'Académie la permission d'ajouter quelques mots à la Lettre de M. Liebig, tant pour éclaircir les difficultés qu'elle soulève de nouveau, que pour suppléer à l'absence de M. Payen que des motifs de santé ont forcé de quitter la séance.

» 1°. M. Liebig a dit et il répète, qu'entre la cire et les matières grasses communes, il y a une ligne de démarcation profonde, en ce que la cire est insoluble dans les alcalis et qu'elle n'est pas susceptible de se convertir en acides gras pareils à ceux que renferment les corps gras ordinaires. Il serait facile de prouver qu'il y a longtemps que nous savons ici le contraire sur ce point, qui ne semble pas avoir été l'objet d'expériences personnelles de la part de M. Liebig.

» J'étais chargé de présenter aujourd'hui même à l'Académie les résultats d'un travail sur cet objet, qui a été étudié avec le plus grand soin, dans mon laboratoire, par M. Léwy, de Copenhague, et cette coïncidence est tellement singulière, qu'il faut que j'ajoute que c'est à l'instant même que M. Flourens vient de me communiquer la Lettre de M. Liebig, et que M. Léwy a annoncé dès l'année dernière qu'il s'occupait de ces recherches.

» M. Léwy a reconnu, comme on le verra dans le Mémoire détaillé que je dépose en son nom sur le bureau, que la cire est réellement soluble dans la potasse et qu'elle se convertit, par l'action de cet alcali employé à une température un peu élevée, en acide stéarique, ou du moins en un acide fusible à 70 degrés et doué de la composition exacte de l'acide stéarique. Tout le

monde sait combien il est facile de changer l'acide stéarique en acide margarique. Ainsi, les deux principaux acides reconnus par M. Chevreul, dans les corps gras les plus communs, peuvent dériver de la cire par de simples influences oxydantes, comme nous l'avons admis.

» Sans affirmer que la cire des fourrages contribue, plutôt que les matières grasses qu'ils renferment, à l'engraissement des bestiaux qui s'en nourrissent, on peut donc dire qu'à l'égard de la cire, la fin de non-recevoir de M. Liebig ne repose sur rien. La question demeure entière, et nous persistons à penser que les expériences directes par lesquelles nous avons essayé de la résoudre n'étaient point inutiles et nous les continuons. Du reste, M. Liebig regrettera toutes les insinuations que renferme sa Lettre, quand je donnerai la preuve que, dès le printemps de 1842, j'ai professé publiquement sur le rôle des matières cireuses l'opinion énoncée devant l'Académie le 6 mars de cette année, tout en rendant à MM. Tiedemann et Gmelin la part qui leur est due dans cette conception.

» 2°. Sans nier la possibilité de la formation des corps gras par certaines fermentations des sucres, nous répétons que rien n'en donne la preuve, et nous regardons comme plus simple et plus vraisemblable l'origine toute végétale des graisses des animaux.

» Si nous avons adopté cette opinion, ce n'est pas que nous ignorions les expériences de Huber sur la formation de la cire des abeilles. Ces expériences, qui datent de soixante ans, sont très-nombreuses et seraient très-décisives, si l'on eût tenu compte des pertes que les abeilles auraient pu éprouver. Huber a nourri ses abeilles tantôt avec du sucre, tantôt avec du miel; il a fixé à $\frac{1}{20}$ le poids de la cire fournie par ces aliments. Il a donc, à tous égards, une incontestable antériorité de soixante ans sur M. Gundlach, à qui M. Liebig persiste à attribuer le mérite de ces observations, et dont l'ouvrage date de deux ou trois ans au plus.

» Tel est le motif qui a sans nul doute engagé M. Payen à citer Huber et non M. Gundlach, et personne n'admettra qu'en répétant en 1840 des expériences déjà faites en 1780, on puisse en ôter le mérite au premier inventeur.

» 3°. M. Liebig touche en passant, dans sa Lettre, une question sur laquelle je demande à l'Académie la permission de m'arrêter un instant.

» J'ai admis dans mon cours de l'année dernière à l'École de Médecine, d'après des expériences inédites qui m'avaient été communiquées et dont je donnerai le détail dans la séance prochaine, que le sucre de lait peut se produire par une fermentation spéciale du sucre ordinaire. J'en avais tout natu-

rellement conclu que telle est son origine dans le lait des herbivores, et que le lait des carnivores doit être exempt de sucre de lait. Or, comme jusqu'alors on n'avait pas fait d'analyse de lait de carnivore, j'ai dû m'en occuper; mais les tentatives que j'ai faites pour m'en procurer ont été inutiles jusqu'ici, parce que j'avais voulu opérer sur des truies, qui pour le régime se prêtaient très-bien à l'expérience mais dont il m'a été impossible de tirer du lait, comme je l'ai dit devant l'Académie en lisant le Mémoire sur les matières azotées neutres de l'organisation qui m'est commun avec M. Cahours. On ne peut pas traire les truies, et si l'on essaye d'en tirer le lait par des ventouses, on retire plutôt du sang que du lait.

» Mais, j'espère que la question très-intéressante que j'avais soulevée et que M. Liebig reproduit ici sera bientôt résolue, M. Delafond, professeur à l'École d'Alfort, ayant bien voulu me promettre les moyens d'accomplir l'expérience, que j'avais en vue, c'est-à-dire l'analyse du lait d'un animal nourri tantôt avec de la viande, tantôt avec des aliments végétaux.

» 4°. J'arrive enfin à l'objet essentiel de la Lettre de M. Liebig, qui *assure avoir fait une expérience réelle sur la production du lait,* tandis qu'il nous avait paru, à M. Boussingault et à moi, que sa Lettre du 6 mars était une simple reproduction d'un article où il est manifeste qu'il s'est contenté de combiner deux expériences distinctes de M. Boussingault lui-même avec quelques déterminations exécutées à Giessen sur la teneur en graisse des fourrages et des bouzes. Je me borne à dire, devant cette affirmation, que, si l'expérience de M. Liebig est réelle, elle est en pleine contradiction avec celle qui a servi de contrôle à nos vues. »

« M. **Boussingault** prend la parole pour faire observer qu'on ne peut tirer de ses anciennes recherches aucune conclusion qui soit applicable à la question agitée en ce moment. A l'époque, dit-il, où je faisais mes premières expériences, j'avais uniquement en vue d'étudier l'influence de la nourriture sur la production du lait, considérée sous le rapport de la quantité; toutes ces expériences étant dirigées sous ce point de vue purement pratique, j'ai négligé de déterminer les matières solubles dans l'éther qui pouvaient se rencontrer, soit dans les aliments consommés, soit dans les excréments rendus par les vaches. Je me bornai à doser le beurre dans le lait recueilli. Pour tirer parti de ces anciennes expériences, il faudrait être convaincu que la composition chimique des fourrages reste toujours la même; or aucun praticien ne partagera cette conviction: il n'est pas un éleveur qui ne sache combien varie la qualité d'un même fourrage, selon les années ou les sols dans

lesquels il a été récolté. Pour le foin, tout le monde sait que la faculté nutritive peut varier du simple au double. Dans le but d'éclairer la question qui nous occupe, il fallait donc une expérience spéciale, directe, et nous n'avons pas attendu pour la faire que cette discussion se soit élevée. La relation de cette expérience fait partie des documents placés à la suite du Mémoire lu par M. Payen. Les observations ont été faites à Bechelbronn ; les analyses exécutées à Paris, et toutes les matières sont conservées et à la disposition des chimistes qui désireraient contrôler nos résultats. Ces observations allaient être imprimées dans les *Annales de Chimie*, mais je crois devoir les déposer sur le bureau, afin qu'elles soient insérées dans le *Compte rendu*.

» A cette occasion, je demanderai à l'Académie de lui exposer, en quelques mots, comment j'ai été conduit pour mon compte, à m'occuper plus particulièrement des principes gras contenus dans les fourrages, sur le rôle desquels, dès 1841, nous avions, M. Dumas et moi, exposé notre opinion d'une manière formelle. L'Académie se rappelle qu'il y a quelques années, j'eus l'honneur de lui communiquer des recherches sur l'alimentation des herbivores. J'ai établi dans ces recherches, que les aliments paraissent être d'autant plus nourrissants qu'ils renferment une plus forte proportion d'azote ; j'en ai déduit une table d'équivalents nutritifs qui a été accueillie avec bienveillance, et, je ne crains pas de le dire, avec quelque profit par les cultivateurs. En étendant ces recherches, je fus amené à composer la ration d'une vache laitière avec des racines seulement. Je savais d'ailleurs qu'avec une ration de cette nature, je pouvais nourrir un bœuf de travail ou un cheval. Notre vacher augura fort mal de cette ration, parce que j'avais supprimé les quelques kilogrammes de paille hachée, ou de balles de froment qu'on ajoute ordinairement aux racines. La prévision se vérifia, la vache souffrit du régime nouveau. Ce fut alors que je pensai à me rendre un compte exact de l'intervention des principes gras ou cireux qui peuvent faire partie des fourrages, et particulièrement des balles de céréales que j'avais supprimées. J'ignorais complétement alors que mes honorables confrères, MM. Dumas et Payen, s'occupassent en ce moment à Paris du même sujet.

» Au reste, que M. Liebig en soit bien convaincu, ici, comme en plusieurs autres occasions, la pratique a devancé la théorie, car l'usage si universel de faire intervenir des tourteaux huileux, des graines oléagineuses dans la nourriture des vaches laitières et des animaux à l'engrais, est une présomption très-forte en faveur de l'opinion que nous soutenons. J'ajouterai même, en toute humilité, qu'à mes yeux, cet usage est un argument d'une bien plus

grande valeur que tous ceux que nous pouvons tirer des recherches faites dans nos laboratoires.

» En examinant le détail de l'expérience faite à Bechelbronn, on verra que la vache qui fait le sujet de l'observation, était arrivée à cet état où la production du lait reste à peu près constante. C'est là un point important dans les recherches de cette nature, et sur lequel j'aurai probablement l'occasion de revenir.

» La vache soumise à l'expérience est *Esmeralda*, n° 6 de l'étable de Bechelbronn; elle a vêlé le 26 septembre; on l'a fait saillir le 4 novembre. Jusqu'au 22 janvier (inclusivement), cette vache recevait la ration ordinaire, composée alors, pour vingt-quatre heures, de :

Regain de foin	5 kilog.
Tourteaux de colza	1
Navets	30
Balle de froment	1

» Le produit en lait d'*Esmeralda*, sous l'influence de cette nourriture, a été dans le mois de janvier :

Janvier.	Lait en vingt-quatre heures.
1er	7lit,50
2	7,00
3	7,00
4	7,00
5	6,50
6	6,00
7	7,00
8	7,50
9	7,00
10	6,00
11	6,50
12	7,00
13	6,50
14	6,50
15	7,00
16	6,00
17	6,50
18	6,00
19	6,50
20	6,50
21	6,00
22	6,00

» Le produit moyen en lait, durant les huit jours qui ont précédé l'expérience, a été de $6^{kil},30$ par vingt-quatre heures.

» A partir du 23 janvier, la ration consommée par la vache a été :

Foin	$7^{kil},50$
Paille de froment hachée	4 ,50
Betteraves	27 ,00

» Chaque jour, on a pris pour l'analyse un échantillon de chacun des aliments.

» Avec ce régime, le lait rendu a été :

Janvier.	Lait en vingt-quatre heures.
23	$6^{lit},50$
24	6 ,00
25	6 ,00
26	6 ,00
27	6 ,00
28	6 ,50
29	6 ,50
30	6 ,50
Moyenne de huit jours	6 ,03

» Le lait rendu est resté sensiblement ce qu'il était avant la nouvelle ration.

» Le dosage des excréments rendus par la vache a duré quatre jours, du 24 au 27 janvier. Pour faciliter ce dosage, la vache avait été mise dans une stalle dont le sol est recouvert en dalles.

» La bouze humide était pesée chaque soir; après l'avoir bien mélangée, on en prenait un échantillon du poids de 500 grammes que l'on desséchait ensuite à l'étuve. On connaissait ainsi la quantité de matière sèche contenue dans les excréments humides.

Produits rendus par la vache en vingt-quatre heures.

DATES.	EXCRÉMENTS humides.	POIDS de l'échantillon soumis à la dessiccation.	POIDS de l'échantillon desséché.	100 D'EXCRÉMENTS humides contiennent en matière sèche.	EXCRÉMENTS SECS rendus par la vache en vingt-quatre h[s].	LAIT RENDU pendant le dosage.	
	kil.	gram.	gram.		kil.	lit.	kil.
24 janvier.	18,500	500	84,0	16,8	3,108	6 (*)	6,180
25	19,000	500	88,4	17,7	3,363	6	6,180
26	23,250	500	88,5	17,7	4,115	6	6,180
27	19,750	500	82,5	16,5	3,259	6	6,180
	80,500				13,845	24	24,720

(*) Le litre de lait pesait 1030 grammes.

» Pour évaluer les substances grasses ou cireuses, renfermées dans les aliments consommés et dans les produits rendus, on a d'abord traité ces différentes matières par l'eau chaude, puis on les a desséchées, afin de les soumettre à l'action de l'éther d'abord, et ensuite à l'action d'un mélange d'éther et d'alcool bouillant. Pour la betterave et les bouzes on a agi sur ces matières séchées; le foin et la paille n'ont pas subi de dessiccation préalable, on les a divisés autant que possible, puis, après un premier traitement, on les a réduits en poudre avant de leur faire subir de nouveau l'action des dissolvants.

» La proportion de matières grasses contenue dans le lait a été déterminée par la méthode indiquée par M. Péligot.

Aliments.

		Matières grasses. Pour 100.
Foin	Première expérience	3,6
	Deuxième expérience	3,9
Paille	Première expérience	2,4
	Deuxième expérience	2,0
Betteraves (1) non desséchées, champêtres		0,1

(1) M. Braconnot a déjà extrait de l'albumine de la betterave à sucre une matière cireuse et un acide gras liquide. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LXXIV, p. 442.)

Produits.

		Matières grasses pour 100.
Excréments séchés à l'étuve.	Première expérience	3,3
	Deuxième expérience	3,9
Lait		3,7

» On peut donc adopter pour la proportion de matières grasses

	Pour 100.
Foin	3,7
Paille	2,2
Betteraves	0,1
Excréments secs	3,6
Lait	3,7

Résumé de l'expérience faite à Bechelbronn.

ALIMENTS CONSOMMÉS PAR LA VACHE EN QUATRE JOURS.			PRODUITS RENDUS PAR LA VACHE EN QUATRE JOURS.		
Nature des aliments.	Poids des aliments.	Matières grasses contenues dans les aliments.	Nature des produits.	Poids des produits	Matières grasses contenues dans les produits.
	kil.	gram.		kil.	gram.
Betteraves	108	108	Lait	24,720	915
Foin	30	1110	Excréments secs	13,845	498
Paille	18	396	Matières grasses des produits		1413
Matières grasses des aliments		1614			
		1413			
Matière grasse fixée ou brûlée		201			

« Après quelques remarques de M. Gay-Lussac, M. **Dumas** se trouve forcé de rappeler que M. Liebig a fait parvenir à Paris un article en allemand, ensuite sa lettre du 6 mars, enfin sa lettre de ce jour.

» Dans l'article en allemand, que M. Gay-Lussac paraît ne pas connaître, M. Liebig rappelle que M. Boussingault a obtenu d'une vache qui mangeait $7^{\text{kil}},500$ de foin et 15 kilogrammes de pommes de terre, $64^{\text{lit}},92$ de lait ren-

fermant 3116 grammes de beurre; que d'une seconde vache qui mangeait 7^{kil},500 de regain et 15 kilogrammes de pommes de terre, M. Boussingault a obtenu 4000 grammes d'excréments secs.

» M. Liebig ayant fait l'analyse du foin de Giessen et des bouzes d'une vache de Giessen, calcule, d'après cela, que la première vache de Bechelbronn recevait 756 grammes de matière grasse en six jours, et que la seconde vache de Bechelbronn en rendait 747, et il demande d'où viennent les 3116 grammes de beurre produits par la première.

» Cette combinaison de plusi. urs expériences en une nous a paru sans valeur; j'ai eu raison de le dire, et il ne me reste plus qu'à m'étonner que la vache appartenant à M. Koch, dont il est question maintenant, ait fourni précisément en 6 jours 64^{lit},92 de lait renfermant 3116 grammes de beurre et par jour 4000 grammes d'excréments secs, comme les deux précédentes, et qu'il soit toujours question des 756 grammes de matières grasses dans les aliments, et des 747 grammes de matières grasses dans les excréments qu'on avait admis pour les deux vaches de Bechelbronn.

» Pour éviter toute difficulté nouvelle à ce sujet, je place ici la traduction littérale du premier écrit de M. Liebig. On verra qu'il n'y est pas question de la vache de M. Koch, et que toute la discussion y roule sur les expériences de M. Boussingault.

Voici comment s'exprime M. Liebig : « Les expériences de M. Boussingault sur l'influence exercée par les aliments sur la proportion et les principes du lait de la vache vont nous fournir des arguments plus importants encore pour établir que l'organisme produit de la graisse à la faveur de substances alimentaires qui ne sont pas des graisses, ou qui n'en contiennent pas. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LXXI, p. 65.)

» Les expériences de M. Boussingault méritent, je crois, une confiance entière; elles s'accordent avec les résultats pratiques généralement admis ; il est d'autant plus incompréhensible de voir M. Boussingault s'associer à des savants qui ont fait un objet de doute et de discussion de l'opinion opposée.

» Dans une série d'expériences exécutées en hiver sur une vache par M. Boussingault, la ration journalière était de 15 kilogrammes de pommes de terre et de 7^{kil},500 de foin.

» Le lait recueilli pendant six jours était 64^{lit},92 contenant 3^{kil},116 de beurre.

» En six jours la vache a reçu 90 kilogrammes de pommes de terre fraîches, soit 19^{kil},88 de pommes de terre sèches, et de plus 45 kilogrammes de foin.

» En admettant que les 19^{kil},88 de pommes de terre aient fourni les 60 grammes de matière grasse qui y sont contenus, alors 3^{kil},056 de beurre devaient venir des 45 kilogrammes de foin.

» Donc il faudrait que le foin contînt 7 pour 100 de matière grasse.

» Or ceci pouvait être décidé par l'expérience. Les expériences faites dans mon laboratoire ont démontré que la meilleure qualité de foin, dans l'état où il est mangé par la vache, donne 1,56 de son poids de matière soluble dans l'éther.

» En supposant que le foin contienne 1,56 pour 100 de beurre, 45 kilogrammes de foin ne pourraient faire produire plus de 691 grammes de beurre à la vache. Il reste à expliquer l'origine de 2^{kil},365 de beurre, que M. Boussingault a trouvés dans le lait. »

. . . .

M. Liebig rend compte ensuite des expériences faites dans son laboratoire pour déterminer les proportions de matières grasses contenues dans les excréments. L'analyse a été faite sur les excréments d'une vache nourrie avec des pommes de terre et du regain; l'éther a extrait de la matière sèche 3^{gr},119 de matière grasse. Puis, il ajoute :

« Comme il faut admettre d'après M. Boussingault (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LXXI, p. 322), que les excréments solides à l'état sec représentent les $\frac{4}{10}$ du poids du fourrage sec, il est clair que ces excréments contiennent la même quantité de matière grasse que les aliments ingérés.

» 7^{kil},50 de foin contiennent (à 1,56 p. 100) 116 gr. de graisse. Les 15 kilogr. de pommes de terre contiennent en outre 10 grammes de graisse : en tout 126 gr. de graisse. Les excréments rendus chaque jour pèsent 4 kilogr.; ils contiennent, à 3,119 p. 100, 124,76 de graisse.

» Une vache laitière, qui donne en six jours 3^{kil},116 de beurre, consomme dans ses aliments 756 gr. de matière soluble dans l'éther; il entre dans ses excréments 747 gr. de matière grasse semblable. On doit donc en conclure que ces matières n'ont pas pris part à la formation de 3^{k},116 de beurre. »

» Tous les nombres que cet article de M. Liebig renferme sont donc obtenus d'après les deux expériences de M. Boussingault, comme je l'avais avancé; et comme ils sont parfaitement identiques avec ceux des Lettres que M. Liebig a adressées à l'Académie, nous devions naturellement en conclure qu'il n'y avait pas eu de nouvelle expérience, jusqu'à ce que M. Liebig eût assuré le contraire. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Note sur la cire des abeilles; par* M. Lewy, de Copenhague.

« Occupé déjà depuis quelque temps de l'examen chimique de la cire, je crois être arrivé à un résultat qui m'a paru de nature à être porté à la connaissance des chimistes, bien que mon travail, annoncé déjà dans les *Annales de Chimie et de Physique* du mois de juillet 1842, ne soit pas encore terminé.

» Une discussion qui a eu du retentissement dans le monde savant a été soulevée récemment, relativement à la préexistence de matières grasses dans les végétaux.

» M. Liebig, tout en reconnaissant l'existence de matières grasses dans les aliments des herbivores, fait remarquer que les propriétés de ce corps gras se rapprochent de la cire, et il se refuse à admettre qu'*une matière*

grasse non saponifiable comme celle de la cire puisse, sous l'influence des forces de l'organisme, se transformer en corps gras de la nature de ceux qui sont déposés dans les tissus des animaux, tels que les acides stéarique ou margarique. Les résultats qui vont suivre, et qui ont été obtenus dans le laboratoire de M. Dumas, démontrent, je crois, que la distance qui sépare la cire des corps gras d'origine animale n'est pas aussi grande que l'illustre chimiste de Giessen est disposé à l'admettre, d'après les expériences connues jusqu'ici.

» La cire des abeilles que j'ai examinée était d'une pureté parfaite; son origine m'a été garantie par M. Boussingault, à l'obligeance duquel je dois les échantillons étudiés.

» Cette cire fondait à 64 degrés centigrades; elle m'a fourni, à l'analyse, les résultats suivants :

	I.	II.	III.
Carbone	79,99	80,48	80,20
Hydrogène.	13,36	13,36	13,44
Oxygène.	6,65	6,16	6,36

Ces nombres s'accordent bien avec ceux obtenus récemment par M. Ettling, en faisant subir à ses analyses la correction relative au nouveau poids atomique du carbone.

» Traitée par une lessive concentrée et bouillante de potasse, cette cire se transforme *entièrement* en savons solubles.

» La saponification, opérée à l'aide de l'oxyde de plomb, a démontré qu'il ne se formait point de glycérine pendant la réaction.

» J'ai constaté que, conformément aux opinions énoncées par plusieurs chimistes, la cire des abeilles, purifiée par l'eau bouillante et l'alcool froid, contient deux principes immédiats, d'une solubilité très-différente dans l'alcool chaud.

» L'un de ces principes a reçu le nom de *cérine;* il se dissout dans environ 16 parties d'alcool bouillant; l'autre, la *myricine,* est presque insoluble dans l'alcool ou même l'éther bouillants.

» La cérine m'a donné à l'analyse :

	I.	II.	III.
Carbone.	80,53	80,23	»
Hydrogène.	13,61	13,30	13,33
Oxygène.	5,86	6,47	»

Son point de fusion est à 62°,5 centigrades, et elle a une réaction acide très-

prononcée sur le papier de tournesol; dissoute dans l'alcool, elle cristallise par le refroidissement en petites aiguilles très-fines.

» La myricine a fourni les nombres suivants :

	I.	II.
Carbone.......	80,17	80,28
Hydrogène......	13,32	13,34
Oxygène.......	6,51	6,38

Fondue à une douce chaleur, elle commence à se solidifier à 66°,5 centigrades.

» Il résulte donc des analyses précédentes, que les deux matières qui existent toutes formées dans la cire sont isomériques entre elles et avec la cire.

» En calculant les nombres précédents d'après la formule $C^{68}H^{68}O^{4}$ (*), on aurait :

C^{68}..........	5100,0	80,31
H^{68}..........	850,0	13,38
O^{4}..........	400,0	6,30
	6350,0	99,99

résultat qui s'accorde très-bien avec les analyses.

» J'ai commencé par étudier les réactions de la cérine.

» Traitée par la chaux potassée en chauffant au bain d'alliage, la matière dégage de l'hydrogène pur, et il se forme un acide qui reste en combinaison avec l'alcali; l'acide extrait du savon formé et purifié avec les précautions employées par MM. Dumas et Stas dans la préparation de l'acide éthalique, était parfaitement blanc et cristallisable; son point de fusion était à 70° centigrades, c'est-à-dire exactement le même que celui de l'acide stéarique.

» L'analyse de cet acide m'a donné les résultats suivants :

	I.	II.	III.
Carbone......	76,73	77,03	76,71
Hydrogène.....	12,86	12,81	12,74
Oxygène......	10,41	10,16	10,55

Ces nombres correspondent exactement à la formule $C^{68}H^{68}O^{7}$, qui donne

(*) C = 75, H = 12,5.

en effet :

C^{68}	5100,0	76,69
H^{68}	850,0	12,78
O^{7}	700,0	10,52
	6650,0	99,99

Or telle est précisément la formule admise par MM. Liebig et Redtenbacher pour l'acide stéarique.

» Il paraît donc démontré que, sous des influences oxydantes, la cire ou la cérine peuvent se transformer en acide stéarique, identique avec celui que l'on peut extraire du suif de mouton.

» L'équation suivante rend compte de la réaction d'une manière très-simple :

$$C^{68}H^{68}O^{4} + H^{3}O^{3} = C^{68}H^{68}O^{7} + H^{3},$$ qui se dégage.

» On peut donc conclure des expériences qui précèdent :

» 1°. Que la cire, contrairement à l'opinion reçue, est soluble dans la potasse concentrée et bouillante ;

» 2°. Que, sous des influences oxydantes, elle se convertit en acide stéarique ;

» 3°. Que, par une oxydation ultérieure, celui-ci se convertirait à son tour en acide margarique, comme on le sait ;

» 4°. Qu'en conséquence, il n'y a entre les principes de la cire et ceux des corps gras ordinaires, d'autre différence que celle qui résulte d'une oxydation plus ou moins avancée.

» J'ajoute qu'en comparant la cérine et la myricine, qu'en étudiant la cire jaune et la cire blanche, j'ai observé des particularités dignes d'attention, qui trouveront leur place dans le Mémoire que je vais publier incessamment sur ces matières. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Quel est l'âge des plus grands glaciers des Alpes suisses?* Lettre de M. AGASSIZ à M. *Arago*.

« En lisant différentes objections que l'on a faites à ma théorie des glaciers, cette question s'est naturellement présentée à mon esprit comme une des premières auxquelles il importe de répondre, et j'espère pouvoir la résoudre aujourd'hui d'une manière satisfaisante, en m'appuyant sur les obser-

vations que j'ai réunies depuis plusieurs années et sans sortir du domaine des faits.

» J'ai reconnu que les couches annuelles des neiges qui tombent dans les hautes régions se dessinent successivement d'une manière très-distincte sur la tranche superficielle des glaciers à mesure que ceux-ci descendent dans les régions inférieures, comme je vous l'ai exposé dans ma dernière Lettre. J'ai constaté de plus que le nombre de ces couches que l'on peut compter sur un espace plus ou moins considérable de la surface du glacier, correspond d'une manière frappante au nombre d'années que le glacier met à franchir cet espace dans sa marche. C'est ainsi, par exemple, que j'ai compté, sur le glacier du Lauteraar, soixante-quinze bandes de stratification depuis la limite inférieure des neiges éternelles jusqu'au bloc qui nous servait d'abri sur la moraine médiane du grand glacier et qui se trouve environ 3 900 mètres plus bas. Si nous admettons maintenant que le mouvement annuel de cette partie du glacier soit de 81 mètres, la couche tombée cet hiver aura atteint l'emplacement *actuel* de l'Hôtel des Neuchâtelois dans quarante-huit ans. Ces chiffres semblent au premier abord ne pas établir un rapprochement bien remarquable; mais il ne faut pas perdre de vue, comme je l'ai déjà fait remarquer précédemment, qu'il se dépose de temps en temps deux couches distinctes dans le cours d'une année, ce qui rapproche considérablement ces données, et pour peu que le chiffre du mouvement (qui est supposé pour ces régions les plus élevées, d'après les observations faites plus bas) soit un peu trop fort, on aura une coïncidence parfaite. Car il est très-probable que la vitesse initiale est plus faible que celle que le glacier acquiert dès qu'il a une certaine consistance. Quoi qu'il en soit, il résulte des différentes mesures prises depuis notre abri jusqu'à l'extrémité inférieure et terminale du glacier que la moyenne du mouvement est de 77 mètres (1), pour cette partie de sa masse, qui a une longueur de 8 120 mètres. C'est-à-dire que *dans* CENT CINQ *ans l'Hôtel des Neuchâtelois ira rouler dans l'Aar à l'issue du glacier.* On est dès lors en droit de conclure qu'en moins de deux siècles toute la masse de glace et de neige dont se compose le glacier de l'Aar, qui est un des plus grands de la Suisse, se sera écoulée avec tous ses affluents, et aura été remplacée par les neiges qui tomberont d'ici là dans la partie supérieure de la vallée du Hasli. En poursuivant ces considérations et en les combinant avec

(1) Ces mesures, qui datent de 1841, ont été prises à l'équerre d'arpenteur; celles de l'année dernière, qui reposent sur une triangulation minutieuse, donneront cet été des résultats rigoureux.

les observations que l'on pourra faire sur l'épaisseur des glaciers, on arrivera peu à peu à des données approximatives sur la quantité de neige qui tombe annuellement dans les Alpes. Vous pourrez déjà vous en faire une idée en vous rappelant que le glacier de l'Aar a au moins 227 mètres d'épaisseur du côté du Finsteraar.

» S'il est permis de conclure dès à présent d'un glacier à un autre, on pourrait affirmer que le glacier d'Aletsch, le plus grand de tous ceux de la Suisse, *met trois à quatre siècles à s'écouler et à se renouveler entièrement*. Et voilà ce que l'on a appelé jusqu'ici des neiges éternelles.

» La courte durée de l'existence des glaces des glaciers une fois démontrée, les objections que l'on a voulu tirer contre l'extension que je suppose qu'ils ont eue jadis, de l'absence d'ossements fossiles de l'époque diluvienne dans leur masse, tombent d'elles-mêmes; car même *un glacier de* 100 *kilom. de longueur ne mettrait pas plus de dix-sept cents ans à s'écouler,* c'est-à-dire à rejeter à son extrémité son contenu en se fondant et en se retirant. Or des glaciers débouchant des Alpes vers le Jura atteindraient cette chaîne de montagnes en moins de temps, et je ne pense pas qu'il y ait un seul géologue qui voulût prétendre que les animaux de l'époque diluvienne vivaient encore au commencement de l'ère chrétienne.

» Je joins à ces observations un croquis des contours des couches du glacier du Lauteraar telles qu'elles se présentent depuis l'Abschwung; veuillez en faire l'usage qu'il vous conviendra et agréer le panorama de ces régions, que je vous adresse par le même courrier, et d'après lequel il vous sera facile de vous orienter dans ces localités. »

PALÉONTOLOGIE. — *Note sur quelques débris curieux trouvés dans le diluvium de la vallée de la Marne; par* M. L. LALANNE.

« Les travaux de reconstruction de la chaussée de la route royale de Paris à Vitry-le-Français ont donné lieu, dans le courant de l'été dernier, à une découverte dont les résultats ont paru de nature à intéresser l'Académie.

» Comme il s'agissait d'établir l'empierrement de la route sur une forme épaisse de sable, on avait ouvert, dans un champ attenant au côté gauche de cette route, à 1 kilomètre environ en deçà de Neuilly-sur-Marne, une sablière dont la richesse avait été constatée par des sondages et par l'étude des terrains de cette partie de la vallée.

» Au-dessous d'une croûte de terre végétale de $0^m,20$ à $0^m,25$ on trouva un sable graveleux disposé par bancs d'une épaisseur variant entre 1 et 7

ou 8 décimètres, séparés par des couches minces de gravier et au milieu desquelles sont disséminés quelques blocs anguleux de meulières, ainsi que des coquilles fossiles bien caractérisées quoique endommagées pour la plupart. On fit aux ouvriers les recommandations les plus pressantes de recueillir tous les échantillons de ce genre et surtout les ossements qu'ils pourraient rencontrer.

» Le conducteur chargé de la surveillance des travaux parvint en effet à réunir un assez grand nombre de coquilles, appartenant à une douzaine de genres environ: Bucarde, Cérite, Cône, Harpe, Hipponice, Natice, Troque, Turbo, Turritelle, Volute, etc. Ces coquilles sont, en général, dans un état de conservation qui les rend faciles à déterminer; cependant, elles portent *toutes,* sans exception, les traces du mouvement violent qui les a entraînées dans le diluvium dont elles font partie. Leurs pointes et leurs arêtes sont émoussées, leurs aspérités sont usées, et ce caractère seul suffirait pour les distinguer de fossiles qui auraient vécu dans le lieu même où s'est déposé le terrain qui les renferme. D'ailleurs leur origine ne saurait être douteuse pour les personnes qui ont pu les observer sur place dans les formations du calcaire grossier que rencontre le cours de la Marne à sa partie supérieure.

» Cette abondance de fossiles tertiaires bien conservés dans le terrain diluvien suffirait pour donner de l'intérêt à ce gisement; mais on a rencontré, dans l'exploitation, des circonstances non moins dignes d'attirer l'attention sous un autre point de vue. Au lieu des ossements fossiles que l'on cherchait, on a trouvé des squelettes humains ensevelis à une époque dont la haute antiquité ne saurait être mise en doute d'après les détails qui vont suivre. Ces squelettes étaient au nombre de huit. Ils étaient agglomérés dans un espace de 8 à 10 ares. On n'a pu reconnaître aucun ordre particulier dans la manière dont ils étaient disposés; mais la teinte noirâtre que présentait, suivant des contours quelquefois rectangulaires, la coupe du terrain, lorsque l'on en rencontrait un, démontre assez un remaniement exécuté de main d'homme dans la formation diluvienne, et un ensevelissement régulier. A côté d'un des squelettes gisaient les ossements d'un chien. Deux des individus ensevelis dans ce lieu étaient des enfants. Un autre était recouvert de gros fragments de meulières provenant de la formation diluvienne elle-même. Un même coup de pioche a fait tomber avec les ossements de celui-ci quelques objets curieux dont voici l'énumération :

» 1°. Une hache à deux tranchants en pierre ollaire, de $0^m,17$ de longueur sur $0^m,025$ de hauteur et $0^m,035$ d'épaisseur au milieu, forée dans le sens de l'épaisseur en ce point d'un trou cylindrique de $0^m,022$ de diamètre propre à

recevoir un manche, et où le travail du forage est parfaitement reconnaissable. Les deux tranchants ont $0^m,045$ de hauteur. Ils ont été émoussés, sans aucun doute, antérieurement à l'enfouissement de l'instrument. Le poli des faces est assez parfait.

» 2°. Deux hachettes en forme de coin, l'une en silex blond de $0^m,09$ de longueur, sur $0^m,027$ de largeur moyenne; l'autre en silex opaque, de $0^m,08$ de longueur sur $0^m,04$ de largeur moyenne. Toutes deux ont le tranchant poli, et l'une des faces de la première est taillée en biseau vers les arêtes longitudinales.

» 3°. Un couteau (ou rasoir) en silex pyromaque, de $0^m,11$ de longueur sur $0^m,025$ de largeur à peu près uniforme. La cassure conchoïdale de cette pierre y a déterminé une concavité de $0^m,012$ de flèche sur une des faces; la face convexe est taillée suivant trois facettes, dont deux très-tranchantes sur les bords, et une de largeur à peu près uniforme au milieu. Le travail de cette pièce est tout à fait semblable à celui auquel on soumet les pierres à fusil.

» 4°. Une pointe (flèche? aiguille?) en matière éburnée, organique, ainsi que l'on s'en est assuré par la combustion. Cette pointe a $0^m,065$ de longueur sur $0^m,014$ à la base, laquelle offre une cassure indiquant une longueur plus considérable. L'épaisseur est de $0^m,004$; une des faces est cannelée en son milieu, de manière que les bords y forment des bourrelets saillants.

» 5°. Une boule en substance éburnée ou pierreuse, de nature douteuse, grossièrement arrondie, d'un diamètre moyen de $0^m,012$ à $0^m,015$, forée en son milieu d'un trou cylindrique de $0^m,006$ de diamètre.

» 6°. Deux coquilles du genre Buccin, et de l'espèce si commune sur nos côtes de la Manche (*Buccinum undatum*), percées toutes deux latéralement de deux trous qui ont à peu près le diamètre de celui de la boule dont il vient d'être question, et qui très-probablement ont fait partie du même collier que celle-ci, et ont servi d'ornement ou d'amulette. Telle est du moins l'opinion qu'un premier examen avait fait concevoir, et dans laquelle on a été confirmé par les recherches auxquelles a bien voulu se livrer M. Chenu, conservateur de la collection conchyliologique de M. Benjamin Delessert. En effet, ces Buccins, quoique dépouillés de leurs couleurs, n'offrent pas le même aspect que les coquilles fossiles entraînées par le diluvium; leurs arêtes ne sont pas émoussées comme celles de ces dernières; ils sont identiques à ceux que l'on rencontre si souvent sur les plages normandes, et ne s'en distinguent que par une moindre densité due à la perte d'une partie ou de la totalité de la matière animale du test. « D'ailleurs, dit M. Chenu, ils ne sont pas

» fossiles, et n'ont même jamais été trouvés en France à cet état.... M. Deles-
» sert possède plusieurs coquilles qui, comme celle-ci, ont servi de signe de
» distinction ou d'ornement, et sont percées de trou de suspension. Je cite-
» rai particulièrement une Porcelaine (*Cypræa aurora*), qui a été portée par
» un chef de tribu de la Nouvelle-Zélande, et deux monodontes (*Monodonta*
» *seminigra*) qui ont servi de boucles d'oreille à une reine d'O-ahiti; elles
» ont été rapportées par le capitaine Cook. »

» 7°. Un fragment de Bélemnite, composé d'un demi-tronc de cône. Cet échantillon est le seul débris de terrains antérieurs à la période tertiaire que l'on ait trouvé dans la sablière exploitée. Aussi, quoiqu'il ait pu être arraché par le courant diluvien aux terrains secondaires de la vallée supérieure de la Marne, on est porté à croire qu'il servait, comme les coquilles et la boule du collier, d'ornement ou d'amulette.

» Il résulte de ce qui précède que les individus dont les restes ont ainsi été retrouvés ne connaissaient pas l'usage du fer, ou au moins que ce métal était peu répandu parmi eux. Or la prise de Rome par les Gaulois remonte à l'année 390 avant l'ère chrétienne, et, à cette époque, on sait, par le témoignage des historiens latins, que les Gaulois étaient armés de fer. Il faut donc conclure que, si les débris retrouvés près de Neuilly-sur-Marne ont réellement appartenu à d'anciens Gaulois, ils datent de plus de 22 siècles. Cette conclusion ne paraîtra pas trop hardie si l'on songe dans quel état de barbarie devaient être plongés des hommes qui portaient des coquilles grossières en guise d'ornements ou d'amulettes.

» L'étude de la configuration des crânes trouvés parmi les débris humains aurait peut-être contribué à jeter du jour sur leur origine. Malheureusement deux crânes entiers, dont un appartenant à un enfant, ont été brisés par les ouvriers avant qu'on ait pu les tirer de leurs mains; et c'est à peine si l'on a réussi à en retrouver quelques fragments. Le seul caractère qu'on ait reconnu consiste dans la beauté des dents que l'on a recueillies.

» On a déposé les deux Buccins, ainsi que la boule et la Bélemnite, dans la magnifique collection conchyliologique que M. B. Delessert a créée avec tant de libéralité; et l'on s'empressera de mettre le petit nombre d'ossements que l'on a pu conserver à la disposition des personnes qui désireraient en faire l'objet d'un examen d'une nature quelconque. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur une expérience faite par plusieurs membres de la Commission chargée par l'Institut des Pays-Bas d'examiner ce qu'il y a de réel dans l'action qu'on attribue à l'huile pour calmer les flots de la mer. — Mécanisme destiné à faire parvenir à un navire échoué à une certaine distance de la côte, une corde pour établir un va-et-vient.* (**Extrait d'une Lettre de M. Lipkens** *à M. Arago.*)

« Le *Compte rendu* de la séance de l'Académie du lundi 13 février dernier, contient un Note communiquée par l'un des membres de l'Institut des Pays-Bas, dans laquelle on expose les résultats obtenus par la Commission chargée de faire des expériences sur la propriété qu'aurait l'huile répandue à la surface de l'eau, de calmer les vagues produites *par le vent,* phénomène qui a donné lieu à la proposition de M. van Beek, d'engager le gouvernement à faire examiner si l'on ne pourrait pas en tirer parti pour garantir les digues et les constructions maritimes contre les dégâts occasionnés par la violence des vagues.

» Ayant été chargé, comme membre de l'Institut, de faire, conjointement avec *deux* autres de mes collègues, un Rapport sur cette proposition, je crois qu'il ne sera pas hors de propos, au moment où une Commission de l'Académie des Sciences s'occupe de cette même question, de vous présenter quelques réflexions à l'égard d'un phénomène que j'ai étudié, et dont l'existence, d'après mon opinion, ne peut raisonnablement plus être révoquée en doute.

» Cette opinion, que j'ai aussi émise dans mon Rapport à l'Institut, est fondée non-seulement sur ce qu'affirment un grand nombre de savants de tous les pays, mais aussi sur des expériences directes, faites par moi-même, et qui m'ont paru parfaitement décisives.

» Je regrette de me trouver ainsi en opposition avec mes doctes collègues, qui ont obtenu d'autres résultats; mais je ne puis m'en étonner, après avoir vu que leurs expériences ont été faites sous l'influence de circonstances qui étaient justement telles qu'il les fallait pour ne pas réussir; et en effet, ils le disent eux-mêmes : « le vent n'était que d'une force moyenne et soufflait du *sud-ouest* », donc parallèlement à la côte. Or, comment pouvait-on s'attendre à ce que l'huile jetée dans la mer au delà des brisants, vînt calmer les vagues, vers le rivage, où deux de ces messieurs étaient restés en observation?..... D'ailleurs, encore, au moment des expériences, avait-on affaire à des vagues réellement formées par le vent comme celles qui viennent heurter les

digues et les jetées par un gros temps?... Non certainement, et l'on n'avait ici à calmer que le mouvement ondulatoire de la mer, à la marée montante; et certes personne n'a encore prétendu, autant que je sache, que l'huile possède cette propriété.... En repassant les brisants, ces messieurs jetèrent, comme en désespoir de cause, le restant de leur huile dans les flots, mais également sans succès, ce qui était encore bien naturel, car le contraire eût été un phénomène miraculeux... Qui donc ne sait pas que les brisants se forment, même avec un calme plat, à chaque marée montante, et qu'ils doivent leur origine, non *pas au vent,* mais à l'escarpement qui existe ordinairement au fond de la mer, à quelque distance de la plage sur laquelle se déroulent ensuite les vagues qu'on voyait quelques instants auparavant, après avoir heurté l'inégalité du fond, perdre leur forme, et produire cette bande d'eau irrégulièrement agitée qu'on désigne sous la dénomination de brisants.

» D'après tout ceci, je pense, monsieur, que quand même on croirait devoir révoquer en doute l'existence du phénomène dont il s'agit ici, du moins ne trouverait-on aucun motif fondé pour cela dans le résultat des expériences faites par la Commission de l'Institut des Pays-Bas, qui a opéré avec tant de précipitation, qu'elle n'a pas seulement attendu le moment propice, mais a préféré déterminer le jour auquel, *vent ou non,* on devait examiner un phénomène essentiellement produit par le *vent :* peut-être bien que si l'on avait eu la courtoisie de *convoquer* aux expériences, ou du moins de prévenir qu'on allait les faire, l'auteur de la proposition et les trois premiers rapporteurs, les choses se seraient passées autrement.... Je puis me tromper, mais il me semble qu'en tout cas, ce sont des égards qu'on se doit entre collègues... Mais ceci est une affaire de famille et dont il n'est pas nécessaire d'occuper l'illustre Académie des Sciences de France.

» Je terminerai cet exposé, monsieur, par fixer votre attention sur la difficulté qui existe de répandre de l'huile à la surface de la mer, à quelque distance des côtes, *pendant un gros temps,* et avec une direction de vent qui ne permettrait pas à une embarcation de prendre le large, de même aussi qu'on ne peut contre le vent (si celui-ci a une vitesse de 20 à 30 mètres par seconde) projeter de l'huile au loin, circonstance qui a nécessité une autre combinaison que les moyens ordinaires, et qu'on trouve dans l'invention, non pas faite par un membre de l'Institut des Pays-Bas, mais d'un simple maréchal du village de *Scheveningen,* près de la Haye. Ce brave homme, ayant été témoin de plusieurs malheurs arrivés à défaut de pouvoir porter du secours aux navires qui à *Scheveningen* échouent à 120 mètres de la côte, a imaginé de leur envoyer une corde de salut de la manière suivante :

» Il a construit une sorte de triqueballe, à roues très-basses, $0^m,75$ de diametre, et à jantes très-larges, $0^m,40$ environ; à travers l'axe qui joint ces deux roues, il visse à angle droit un gros tube de fer creux (de la fabrique de M. Gandillot de Paris); il pousse ce petit triqueballe dans la mer, et sur le sable solide de la plage inondée; il visse un second tube au premier, quand celui-ci est au bout, un troisième à celui ci, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le triqueballe arrive à proximité du navire en danger, ce qu'un signal indique de la part de ceux qui savent à quelle distance il a été poussé en mer; et alors, au moyen de crochets, on tâche de s'en rendre maître. Cela fait, on trouve dans l'intérieur du tube le câble de secours dont on saisit le bout, tandis que le triqueballe est retiré vers la côte. Jusqu'à quel point toute cette manœuvre peut réussir, cela m'est inconnu; mais toujours est-il certain que par le tube creux poussé ainsi en avant dans la mer, ce que rien n'empêcherait de faire, on aurait le moyen de faire arriver une colonne d'huile qui viendrait (étant pressée à travers le conduit) surnager à distance....

» J'abandonne cette idée à toutes les critiques dont elle peut être l'objet; car je suis loin de croire que ce qui s'arrange si bien en théorie et sur le papier, soit exécutable en application. J'ai seulement trouvé le moyen assez ingénieux (je parle de celui imaginé par notre maréchal) pour prendre la liberté de vous le communiquer. »

M. Van Beek adresse un exemplaire d'une brochure qu'il vient de faire paraître et dans laquelle il discute l'expérience qui a été faite par la Commission de l'Institut des Pays-Bas relativement à *l'effet des huiles pour calmer les flots*. (Voir au *Bulletin bibliographique*.)

PHYSIQUE. — *Expériences thermométriques, faites sur la lumière de la nouvelle comète et sur la lumière zodiacale.* Lettre de M. Ad. Matthiessen à M. *Arago*.

« Si la seule manière de propagation de la chaleur à de grandes distances est le rayonnement, la comète actuelle n'envoie pas sensiblement de chaleur à la surface terrestre.

» Lundi, le 27 mars, à 8 heures du soir, un miroir concave de 1 mètre de diamètre, bien poli, avec un thermomètre à air très-sensible au foyer, n'indiqua aucune élévation de température. Une élévation était cependant sensible en dirigeant l'axe du miroir sur la lumière zodiacale.

» Le soir suivant, je plaçai une très-bonne pile thermo-électrique de

M. Ruhmkorpf, de 25 paires, dans une ondulation légèrement concave du terrain entre l'arc de l'Étoile et le bois de Boulogne, de sorte qu'elle ne pouvait regarder aucun objet terrestre, sauf l'herbe, dans un rayon de 200 à 300 mèt., et une petite maison blanche à 800 mètres de distance, avec une seule croisée au nord est.

» L'aiguille du galvanomètre resta sur zéro en braquant la pile munie de son cône condensateur sur l'étoile polaire. En la tournant sur la queue de la comète au-dessous d'Orion elle resta sur zéro. Vers le noyau l'aiguille indiqua 2 degrés. Mais l'impression de chaleur augmenta graduellement en tournant la pile vers la lumière zodiacale, après avoir dépassé le noyau de la comète. Sous les Pléiades : 10 degrés de déviation; vers la base de la lumière zodiacale, 12 degrés; au-dessus du point où le Soleil s'était couché, 5 degrés. A 9 heures, même résultat pour la comète : sous les Pléiades, 8 degrés; à la base de la lumière zodiacale, 12 degrés; au-dessus du point où le Soleil s'était couché, 3 degrés. A 9^h30^m, 7°, 10°, 2°, et même résultat pour la comète.

» Pour juger de la sensibilité de l'appareil, il suffira de dire que ma main, assez froide, puisqu'elle était appuyée sur l'herbe humide, envoya l'aiguille frapper contre la pointe placée à 90 degrés, à la distance de 1 mètre. Sans cône, même résultat, la main étant à 25 centimètres de distance de l'ouverture extérieure de la pile. La petite maison, échauffée par les rayons du Soleil avant son coucher, fixa l'aiguille, à 8 heures, à 26 degrés; à 8^h30^m, à 21 degrés. Alors on éteignit la chandelle qui brûlait à la croisée, et l'aiguille descendit à 19 degrés. A 9 heures, 13 degrés; à 9^h30^m, 9 degrés de déviation.

» A l'exception de fréquentes perturbations de l'aiguille causées par des courants d'air chaud, quelquefois sensibles à la figure, ces résultats, quoique répétés quarante fois, restèrent constants.

» J'ai été surpris de voir l'aiguille rester sur zéro dans toutes les autres directions du ciel; je m'étais attendu à ce que les parties obliques du ciel où la couche d'atmosphère est plus épaisse, ou bien la partie du ciel contenant beaucoup d'étoiles, ou enfin la chaleur de l'herbe et de la terre échauffées toute la journée par le Soleil donneraient des impressions de chaleur. On voit par là combien peu de chaleur émettent les fluides élastiques, et l'on voit aussi que l'herbe se refroidit rapidement et complétement par l'humidité du soir.

» L'indication de chaleur étant constante vers la lumière zodiacale, il restait à savoir si cette chaleur provenait de l'atmosphère plus chaude vers le point de coucher du Soleil (car les objets terrestres à distance ne pouvaient pas en envoyer sur la pile, attendu qu'elle n'en regardait aucun), ou si cette chaleur

provenait de la lumière zodiacale. Dans cette dernière hypothèse, la zone zodiacale doit être d'une haute température, puisqu'elle est excessivement rare.

» En ôtant le cône condensateur de la pile, la lumière zodiacale ne donna que 2 à 3 degrés de déviation vers sa base: 1 degré à gauche et à droite, rien pour la comète.

» Le flint très-réfringent et incolore, surtout celui que M. Bontems fait pour des lentilles achromatiques de microscope que j'ai employé, laisse passer à de petites épaisseurs, plus des trois quarts des rayons calorifiques provenant d'une haute température, et presque rien d'une source au-dessous de l'eau bouillante.

» Ma lentille a 56 centimètres de diamètre, et donne 16 centimètres de foyer principal. Placée devant la base de la lumière zodiacale, la déviation de l'aiguille augmenta; elle s'arrêta sur 4 degrés. Au-dessous des Pléiades elle baissa un peu, et s'arrêta à 2 degrés. Au-dessus du point de coucher du soleil, elle descendit à zéro.

» Ce résultat tient en partie à ce que la lumière zodiacale pouvait se concentrer presqu'en entier sur la pile, tandis que l'espace à gauche ou à droite est trop étendu pour produire une augmentation sensible; mais il est évident aussi que l'augmentation de chaleur ne pouvait avoir lieu à travers le flint, sans que la source fût d'une haute température. Les 5 degrés de déviation de l'expérience avec le cône seraient donc produits en plus grande partie par l'atmosphère chaude, et étaient éteints par l'absorption du flint; tandis que les 15 degrés vers la lumière zodiacale étaient dus principalement à elle.

» La pile munie du cône condensateur dévie l'aiguille également de 15 degrés en plaçant une chandelle de suif allumée devant elle à la distance de 10 mètres à peu près; ce qui fait voir combien est minime la quantité de chaleur envoyée par la lumière zodiacale, et que l'influence de la comète doit être réellement imperceptible sur notre température. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète.* — Extrait d'une Lettre de M. **Jules de Malbos** à M. *Elie de Beaumont.*

« Bérias (près les Vans, Ardèche), le 23 mars 1843.

».....Le mardi, 14 mars, j'ai longtemps examiné la comète, malgré un magnifique clair de Lune. Depuis huit jours une pluie continuelle et vraiment extraordinaire m'a empêché de la voir......»

CHIMIE. — *Sur les produits de la décomposition de l'acide quinique par la chaleur.* — Lettre de M. **Wöhler** à M. *Gay-Lussac*.

« Occupé de recherches sur les produits de la décomposition de l'*acide quinique*, j'ai trouvé une série de corps et de métamorphoses si remarquables, que je ne puis me refuser au plaisir de vous en entretenir pendant quelques moments, quoique mon travail soit encore loin d'être fini. Aussi vous voudrez bien m'excuser si j'ose vous communiquer des faits isolés, sans aucune espèce de discussion.

» A. Le produit volatil qu'on obtient par la décomposition de l'acide quinique par la chaleur, autrefois appelé acide pyroquinique, contient, 1° de l'acide benzoïque; 2° un acide liquide, volatil, extrêmement semblable à l'acide salicylique (spiroïque); 3° un corps neutre cristallisé.

» B. Ce dernier corps forme des prismes hexagonaux incolores; il est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Il est distingué par le changement remarquable qu'il subit en contact avec des matières oxydantes. Si l'on ajoute à sa dissolution du perchlorure de fer, elle se colore en rouge noirâtre, et en peu d'instants elle se remplit de prismes très-brillants d'une couleur verte dorée. Le chlore, l'acide nitrique, le nitrate d'argent, le chromate de potasse se comportent de même. Le nitrate d'argent dépose en même temps de l'argent métallique, et le chromate de l'oxyde de chrome hydraté.

» C. Le corps vert ainsi formé est une des plus belles combinaisons organiques qu'on puisse voir. Quoique non azoté, il a la plus grande ressemblance avec la murexide; cependant son éclat métallique est encore plus parfait et plus beau : à peine peut-on le distinguer de celui des cantharides ou de celui des plumes de colibri. L'acte de sa formation est un phénomène de cristallisation extrêmement brillant; car, même en quantités assez petites, il est facile d'obtenir des cristaux de plusieurs centimètres de longueur. Il est insoluble dans l'eau froide; l'alcool le dissout sans changement. La dissolution est rouge et dépose en évaporant des cristaux verts métalliques.

» D. Exposé à une douce chaleur, même dans l'eau, ce corps se décompose en un produit nouveau cristallisé, incolore, et en *quinoïle*, matière jaune cristallisée, volatile, découverte il y a six ans par M. Woskresensky, en décomposant l'acide quinique par le bioxyde de manganèse sous l'influence de l'acide sulfurique.

» E. Le corps vert, traité par l'acide sulfureux, se dissout et se change

en B, ou le corps incolore cristallisé primitivement contenu dans les produits de la distillation de l'acide quinique.

» F. Ces deux corps cristallisés, le vert et l'incolore, sont immédiatement produits du quinoïle, en l'exposant à l'influence des matières réduisantes, c'est-à-dire à l'influence de l'hydrogène à l'état naissant. Si l'on verse avec précaution de l'acide sulfureux ou du protochlorure d'étain dans une dissolution de quinoïle dans l'eau, elle se remplit en quelques moments de prismes magnifiques de couleur vert doré. Aussi c'est la manière la plus simple de se procurer ce corps. De même il se forme dans une dissolution de quinoïle mêlée d'acide hydrochlorique, en y mettant du zinc métallique ou en y faisant passer le courant voltaïque.

» G. En mêlant la dissolution de quinoïle avec un excès de protochlorure d'étain ou d'acide sulfureux, l'influence surpasse la formation du corps vert, et l'on obtient le corps incolore B. Le mode de préparation le plus avantageux de ce dernier, c'est d'introduire du gaz acide sulfureux dans la dissolution de quinoïle et d'évaporer jusqu'au point de cristallisation. L'acide sulfurique formé reste dans l'eau-mère sans altérer les cristaux.

» H. Le mode de formation le plus remarquable des cristaux verts, c'est par l'action réciproque du corps B incolore et du quinoïle. En mêlant les dissolutions de ces deux matières, elles se combinent au moment même, en reproduisant les cristaux verts. L'alloxantine agit d'une manière analogue; elle produit avec le quinoïle le corps vert et de l'alloxane.

» I. En faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré à travers une dissolution de quinoïle, elle se colore en rouge, et ne tarde pas à se troubler et à déposer en grande quantité un corps amorphe d'une couleur vert-olive très-foncée. L'alcool le dissout très-facilement : la dissolution a une couleur rouge foncée; cependant il n'est pas cristallisable. C'est une combinaison organique sulfurée qui contient près de 20 p. 100 de soufre.

» K. Le liquide filtré de la préparation de ce dernier corps laisse apres l'évaporation une matière incolore cristallisée qui est une deuxième combinaison organique sulfurée. Elle est caractérisée par le changement qu'elle subit sous l'influence de ces mêmes matières oxydantes qui changent le corps B en cristaux verts. En mêlant sa dissolution, par exemple avec le perchlorure de fer ou avec une dissolution de chlore, il se forme un précipité d'une couleur brune. C'est une troisième combinaison organique sulfurée, soluble dans l'alcool, d'où elle se dépose cristallisée.

» L. En faisant passer un courant d'hydrogène telluré à travers une dissolution de quinoïle, il se précipite momentanément un corps noir gri-

sâtre : c'est du tellure pur ; mais le quinoïle a disparu. En évaporant le liquide, on obtient le corps incolore B cristallisé.

M. Le quinoïle est.	$C^{15}H^{10}O^{5}$ (Woskresensky).
Le corps vert doré.	$C^{15}H^{10}O^{5} + 2H$.
Le corps B en prismes hexagones. . .	$C^{15}H^{10}O^{5} + 4H$.
Le corps sulfuré vert olive.	$C^{15}H^{10}O^{5} + 2H^{2}S$.

PHYSIQUE. — *Sur la thermographie.* — Extrait d'une Lettre de M. KNORR, de Kazan, à M. *Arago*.

« J'ai appris par les journaux, qui nous arrivent un peu tard, que les découvertes de M. le professeur Moser de Königsberg, ont excité un grand intérêt parmi les physiciens ; c'est pourquoi je prends la liberté de vous communiquer quelques découvertes que je viens de faire, et qui, se rapportant à celles de M. Moser, paraissent contredire directement l'hypothèse de ce physicien sur la lumière invisible émanant de tous les corps. C'était au commencement du mois d'octobre de l'année passée que j'eus connaissance des premières découvertes de M. Moser relativement aux images ou empreintes qui se forment sur des plaques polies par des corps très-approchés, et je reconnus tout de suite que la température exerçait une grande influence sur la formation de ces images.

» Une différence de température de 50 degrés R. était suffisante pour obtenir une image parfaite dans un espace de temps de 3 à 5 secondes, et même je réussis à en obtenir quelques-unes après $\frac{1}{2}$ seconde de contact. Guidé par des idées théoriques, ainsi que par quelques remarques que je fis pendant mes expériences, j'ai conçu l'idée qu'il doit être possible de former des images immédiatement visibles sans aucune condensation de vapeur. Je me flatte d'avoir parfaitement réussi, et d'avoir ainsi posé le fondement d'un art tout nouveau, qui peut aussi trouver quelque application dans l'industrie, et que j'appelle *Thermographie*. Le 7 (19) novembre dernier, j'ai lu un Mémoire sur les découvertes de M. Moser et sur la Thermographie à l'assemblée de la Société savante de Kasan, Mémoire qui sera inséré dans le *Recueil des Mémoires* de notre Université, en langue russe. Le 1er (13) décembre, j'ai envoyé un extrait de mon Mémoire en langue allemande, avec un supplément contenant plusieurs faits nouveaux, à l'Académie de Saint-Pétersbourg, comme la plus proche et celle à laquelle je devais m'adresser, à cause de ma position. J'y ai joint une douzaine de plaques de cuivre et de plaqué d'argent avec des thermographies pour prouver les différentes propositions

énoncées dans mon Mémoire. J'espère que l'Académie de Saint-Pétersbourg ne refusera pas ma demande de publier bientôt ce travail.

» Depuis ce temps-là, j'ai profité d'une douzaine de plaques qui me restaient encore pour faire de nouvelles expériences, et je suis parvenu à réunir dans une seule proposition le plus grand nombre de faits que j'ai trouvés, sauf quelques-uns que je ne peux pas encore envisager sous un point de vue général. Cette proposition est la suivante :

» Quand un corps A se trouve au contact ou du moins très-rapproché de la surface polie d'un autre corps B, l'échange mutuel de la chaleur entre les deux corps produit un changement de l'état de la surface polie jusqu'à une très-petite profondeur. Ce changement peut être passager ou devenir permanent. S'il y a sur la surface du corps A des endroits pour lesquels l'échange de la chaleur est différent de ce qui s'opère dans les autres endroits, il y aura aussi un changement différent dans les endroits correspondants de B, et il se forme ainsi une espèce d'empreinte du corps A sur la surface polie B. Cette empreinte peut être immédiatement visible, ou seulement elle peut être rendue visible par une condensation des vapeurs, qui, pour ainsi dire, achèvent alors son développement. En admettant que l'échange total de la chaleur entre les deux corps, pendant un certain intervalle de temps, puisse être représenté par une quantité, il existe une certaine limite que cette quantité doit surpasser, dans un temps donné, pour qu'en général il se forme une empreinte, et une seconde limite, que cette quantité doit surpasser pour que l'empreinte devienne immédiatement visible sans aucune condensation de vapeurs. Ces deux limites paraissent dépendantes des propriétés des deux corps A et B et de l'état de la surface polie. En nommant empreintes ou images du premier ordre celles qui ne deviennent visibles que par la condensation des vapeurs, et images du second ordre celles qui se montrent immédiatement visibles, il faut encore pour chaque ordre distinguer des degrés différents du développement de l'image. Pour les empreintes du premier ordre, celles découvertes par M. Moser, le degré du développement exerce une influence sur la condensation des vapeurs, ainsi que sur la solidité de l'empreinte même. Pour les images du second ordre, mes thermographies, la solidité et la permanence de l'empreinte, ainsi que l'influence qu'exerce un changement de la température, dépendent du degré de développement. Ni la lumière du jour, ni les changements ordinaires de la température, ni même un échauffement considérable, ne peuvent détruire une empreinte de second ordre, si son développement est avancé suffisamment; mais il y a un degré de développement où un échauffement peut détruire l'image, un autre où

l'échauffement la détruit et la fait reparaître de nouveau ; enfin un autre où un échauffement continue le développement et l'achève.

» Les corps que je comprends ici sous la désignation A ont été, dans mes expériences, des pièces frappées de platine, d'or, d'argent, de cuivre et de laiton gravé; d'acier, de jaspe et de verre gravés; des lames de mica sur lesquelles étaient tracées des lettres avec de l'encre de Chine, des gravures à contours un peu forts imprimées sur du papier blanc ou coloré. De même, les surfaces polies que je désigne par la lettre B ont été, dans mes essais, des surfaces d'argent, de cuivre, de laiton et d'acier; ce sont les seules avec lesquelles j'aie obtenu des résultats. Il m'a paru que j'ai réussi deux fois sur le mica, mais je ne veux pas l'assurer positivement. Le plus grand nombre d'essais ont été faits sur des surfaces d'argent et de cuivre. Les plaques pour le daguerréotype sont très-propres pour ces expériences ; quand la surface argentée est déjà trop usée, on peut se servir de l'autre surface en cuivre en la décapant premièrement avec du charbon. Il n'est pas nécessaire de traiter les surfaces avec des acides, la simple polissure avec de l'huile est suffisante; mais il faut prendre soin que la surface soit bien purgée d'huile. Avant chaque essai il est bon de décaper un tant soit peu la surface pour bien réussir, quoique cela ne soit pas toujours absolument nécessaire.

» Le nombre de thermographies que j'ai obtenues, étant aidé par un de mes élèves, est déjà assez grand et surpasse 500 ; mais tous mes essais devaient être faits d'une manière un peu grossière, parce que les circonstances m'empêchaient de me procurer des appareils particuliers pour ces expériences.

» Il m'aurait fallu des vases de feuilles métalliques très-minces, pour mesurer les degrés de l'échauffement des plaques sur lesquelles se formaient les images, mais je ne pus pas me les procurer tout de suite.

» Cependant, afin d'avoir une indication sur l'échauffement nécessaire pour obtenir une thermographie, j'ai agi de la manière suivante : J'ai pris deux petites bouteilles sur le fond desquelles étaient gravés les mots : Tara, 1378 $\frac{3}{4}$ grains; leur diamètre était de 19 lignes françaises et l'épaisseur du fond 1 $\frac{1}{4}$ ligne française, leur capacité correspondait à 609 grammes d'eau distillée; je les ai remplies de 180 grammes d'eau à la température de 14° Réaumur et je les ai mises sur la surface argentée d'une plaque préparée pour le daguerréotype, que j'échauffais sur une autre plaque métallique par une lampe à double courant d'air. L'ébullition de l'eau ayant été entretenue pendant une minute, il s'était formé une empreinte des mots gravés sur le fond, qui était parfaitement développée. L'expérience a été répétée douze fois avec le même succès, mais cet échauffement n'était pas suffisant pour des corps bon conduc-

teurs. Sur des surfaces de cuivre je n'obtenais ainsi que de mauvaises empreintes.

» De ce que je viens de dire il résulte déjà une méthode pour obtenir une thermographie, c'est celle par laquelle j'ai toujours réussi; il n'y faut qu'un peu d'expérience : les quatre autres méthodes sont moins sûres et je ne connais pas encore toutes les circonstances dont la réussite dépend.

» En général, il faut porter la température t des deux corps A et B qui se touchent, à la température t' pendant un certain temps θ, pour que l'échange de la température produise une empreinte; cependant θ ne doit être ni trop grand ni trop petit, mais chaque méthode paraît applicable, quand elle produit à peu près le même échange total de la chaleur; et θ et t' ne sont pas entièrement indépendants l'un de l'autre. Il en résulte donc les méthodes suivantes.

» 1°. Méthode de l'échauffement déjà citée, $\theta = 10$ à 15 minutes, si B était cuivre ou argent. Quand la flamme de la lampe était forte, $\theta = 4$ minutes se montrait déjà suffisant, mais il est mieux de ne pas se hâter trop.

» 2°. Méthode de refroidissement, l'inverse de la précédente, un peu difficile, mais j'ai réussi.

» 3°. Méthodes d'échauffement et refroidissement jointes; elles exigent un peu plus d'expérience que le n° 1. J'ai obtenu une dizaine de bonnes images de verre et de jaspe sur des plaques de cuivre en ne portant la température que jusqu'à 60 degrés Réaumur. Elle mérite d'être perfectionnée; j'ai été forcé de la négliger pour le moment, mais il m'a paru que cette méthode n'était avantageuse que pour les mauvais conducteurs.

» 4°. Méthode de l'échauffement continué, en mettant le corps chaud sur la plaque chaude et en continuant l'échauffement. J'ai obtenu une vingtaine de bonnes empreintes d'acier sur des surfaces d'argent; sur du cuivre, elle ne réussit pas bien, parce que ce métal s'oxyde trop tôt. Durée de l'échauffement préalable sur la plaque de la lampe, 3 à 4 minutes; durée du contact, 90 à 20 secondes.

» Je n'ai pas toujours réussi par cette méthode.

» 5°. Méthode des hautes différences de température ou méthode du contact très-court, en touchant la plaque froide par le corps très-chaud. Durée du contact 8 à 15 secondes; la température du corps entre celle de l'eau bouillante et celle où l'acier poli commence à changer de couleur. J'ai obtenu par cette méthode plus de 60 images, mais je ne pourrais pas encore dire pourquoi on ne réussit pas toujours. Cette méthode est la première que j'aie découverte.

» En général, je ne me suis pas occupé du perfectionnement pratique de ces différentes méthodes; il y avait d'autres choses qui devaient m'occuper préalablement. Je remarque encore qu'il ne faut pas perdre de vue la condition d'inégalité d'échange de la chaleur : là où une telle inégalité ne se montre pas suffisamment, on peut la produire par de l'encre de Chine, du vernis, ou même du tripoli de Venise. C'est pourquoi il faut aussi souvent nettoyer les plaques de cuivre gravées, de l'oxyde qui se forme à leur surface, ou l'acier gravé quand sa surface montre déjà la couleur jaunâtre. Pour les méthodes nos 1, 3, 4, il m'a paru indifférent que l'échauffement se fît à travers le corps A ou à travers B; il fallait seulement arriver à un certain degré pendant un temps pas trop prolongé. La grandeur de mes plaques ne surpassait jamais 5 pouces carrés.

» J'ai obtenu beaucoup d'épreuves qui en précision et netteté ne laissaient rien à désirer; mais le cuivre, l'acier et le jaspe gravés m'ont paru les plus propres aux thermographies; cependant il faut remarquer que les détails intérieurs du dessin ne s'expriment pas, s'il est un peu profondément incisé.

» J'ai déjà trop usé de votre indulgence, monsieur, pour que je puisse me permettre d'entrer encore dans les détails des faits que j'ai remarqués sur les degrés de développement des images négatives, les différentes couleurs qui se montrent sur les plaques de cuivre, et d'autres choses plus spéciales.

» Quoique j'aie remarqué plusieurs faits intéressants, il reste néanmoins beaucoup à faire. Je désire vivement que quelqu'un à Paris veuille s'occuper de cet objet, car chez vous on peut se procurer avec facilité tous les appareils et matériaux nécessaires pour des recherches physiques.

» Mes espérances sur les conséquences qu'on pourrait tirer de la thermographie, sur l'échange de la chaleur et l'état moléculaire des corps près de leur surface, vont déjà un peu loin; je crois, par exemple, qu'on pourrait obtenir des empreintes par l'électricité en se servant des fortes piles, et en interrompant la transmission du courant électrique dans les endroits qui doivent se dépeindre.

» Le thermométrographe horaire à pointage, que mon ami, M. Breguet fils, a exécuté pour moi il y a deux ans, a été en marche depuis le 1er janvier 1842 jusqu'à aujourd'hui; quoiqu'il y ait quelques interruptions, la série des observations me paraît néanmoins de quelque importance pour la météorologie, car je ne connais aucun lieu à climat continental comme Kasan, pour lequel on possède une telle série d'observations sur la marche de la température d'heure en heure. »

PHYSIQUE. — *Expériences de* **M. Karsten** *relatives à la formation des images de Moser.* — Extrait de deux Lettres de M. de **Humboldt** à M. *Arago.*

« Berlin, le 10 mars.

» En plaçant une médaille sur une plaque de verre au-dessous de laquelle se trouve une plaque métallique, M. Karsten (le fils du minéralogiste) a reconnu qu'il se forme une image sur la surface supérieure du verre, lorsqu'on fait tomber l'étincelle d'une machine électrique sur la médaille. Si la médaille repose sur plusieurs plaques de verre et que la dernière soit en contact avec une plaque de métal, l'étincelle engendre des images sur toutes les plaques, mais seulement à leurs surfaces supérieures. Les images les plus faibles correspondent aux plaques les plus éloignées de la médaille. Ces images ne deviennent visibles qu'en les exposant à de la vapeur d'iode ou de mercure. L'étincelle est nécessaire. M. Karsten n'a pas réussi avec l'électricité de la pile. »

« Berlin, le 22 mars.

» J'ai été voir les expériences de M. Karsten. L'effet est instantané et les dessins sont de la plus grande pureté... L'électricité émanant avec plus d'intensité des parties saillantes ou convexes de la médaille, change en pénétrant vers le bas l'état moléculaire des plaques de verre. L'image devient visible par le souffle le plus léger. La vapeur d'eau se dépose en gouttelettes sur toutes les parties dont l'état moléculaire a changé, tandis que la vapeur se répand uniformément là où l'électricité n'a pas sensiblement altéré la plaque. L'image ne devient réellement visible que par la présence des gouttelettes. »

MM. **Mayer** et **Guyet** écrivent relativement à la manière inexacte dont quelques journaux ont parlé d'une pile en zinc et charbon, mise il y a quelques séances sous les yeux de l'Académie.

Deux auteurs qui préparent en commun un travail sur la question mise au concours par l'Académie relativement à l'évolution de l'œuf des Batraciens et des oiseaux, écrivent que, par un fait indépendant de leur volonté, ils ne pourront avoir terminé leur travail à l'époque fixée pour le concours, et demandent en conséquence un délai.

Les deux auteurs seront invités à présenter le travail dans l'état où il se trouvera à l'époque fixée pour la clôture.

M. **Donné** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1843; n° 13; in-4°.

Carte figurative de la France, pour exprimer par départements la proportion territoriale des vignobles et des betteraves à sucre; par M. le baron CHARLES DUPIN; in-8°.

Recherches physiques sur la Force épipolique; par M. DUTROCHET; 2e partie; in-8°.

Journal asiatique; 4e série; février 1843; in-8°.

Illustrationes Plantarum orientalium, ou Choix de Plantes nouvelles ou peu connues de l'Asie occidentale; par M. le comte JAUBERT *et* M. SPACH; 6e livr.; in-4°.

Mémorial de l'Artillerie, ou Recueil de Mémoires, Observations et Procédés relatifs au service de l'artillerie; rédigé par les soins du Comité, avec l'approbation du Ministre de la Guerre; n° 5; in-8°.

Appendice à tous les Traités d'Analyse chimique, Recueil des observations publiées depuis dix ans sur l'Analyse qualitative et quantitative; par MM. BARRESWIL *et* SOBRERO; in-8°.

Pathologie du Système circulatoire; par M. J. PIGEAUX; 2 vol. in-8°.

Traité clinique et pratique des Maladies des Enfants; par MM. BARTHEZ *et* RILLIET; 3e vol.; in-8°.

Annuaire des cinq départements de l'ancienne Normandie, publié par l'Association normande; 9e année; in-8°.

Mémoire sur l'Amputation sus-malléolaire; par MM. ARNAL *et* MARTIN; in-4°.

Pratique des Semailles à la volée; par M. CH. PICHAT. (Extrait des *Annales de l'Institut royal agronomique de Grignon.*) In-8°.

Extrait des Annales de la Société Séricicole. — *Extrait du Rapport de* M. BRUNET DE LA GRANGE *à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce;* in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; tome XV, mai et juin 1842; in-8°.

La Clinique vétérinaire; 14e année; avril 1843; in-8°.

Journal de Chimie médicale; avril 1843; in-8°.

L'Ami des Sourds-Muets; novembre et décembre 1842; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; mars 1843; in-8°.

Encyclographie médicale; mars 1843; in-8°.

Description... *Description d'un reptile Lacertien* (Rhinchosaurus articeps); *par* M. B. OWEN. (Extrait des *Transactions de la Société philosophique de Cambridge.*) Cambridge, 1842; in-4°.

Tables... *Tables pour appliquer immédiatement aux observations barométriques les corrections de température, déduites des Tables publiées par le Comité de Physique de la Société royale; par* M. ELLIOTT HOSKINS, D.-M.; Guernesey, 1842; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 472; in-4°.

Aanmerkingen... *Remarques sur un Essai relatif au moyen de calmer les vagues par l'emploi de l'huile, entrepris par une Commission de la première classe de l'Institut royal néerlandais; par* M. A. VAN BEEK; Utrecht, 1842; in-8°.

Esame... *Examen et Proposition de ce qui manque pour la rédaction d'un Traité d'Acoustique complet et applicable aux Arts; par* M. P. ANANIA DE LUCA; Naples, 1841; in-8°.

Elenco... *Notice des principaux Ouvrages scientifiques de* M. l'abbé FRANÇOIS ZANTEDESCHI; Venise, 1842; in-4°; *et différents Opuscules du même auteur, relatifs à l'Electricité.*

Gazette médicale de Paris; t. II, n° 13.

Gazette des Hôpitaux; t. V, n°s 37 à 39.

L'Expérience; n° 300.

L'Écho du Monde savant; n°s 23 à 25; in-4°.

L'Examinateur médical; n° 19.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — MARS 1843.

JOURS du MOIS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	MAXIMA.	MINIMA.		
1	747,90	+ 3,6		748,68	+ 5,0		749,41	+ 4,3		752,33	+ 2,1		+ 5,0	+ 2,3	Éclaircies	N. O.
2	756,28	+ 0,1		755,98	+ 2,9		755,83	+ 4,2		757,66	+ 0,8		+ 4,1	— 1,2	Très-nuageux	N. O.
3	758,16	+ 0,6		758,44	+ 1,0		758,41	+ 1,3		758,68	0,0		+ 1,8	— 1,8	Beau	N. E.
4	764,69	— 0,7		765,48	+ 0,5		766,30	+ 2,8		767,32	+ 1,6		+ 2,8	— 3,0	Beau	N. N. O. viol.
5	768,60	+ 3,5		768,25	+ 6,0		767,70	+ 5,4		767,62	+ 3,3		+ 6,1	+ 0,7	Couvert	N.
6	765,58	+ 2,4		764,17	+ 5,2		763,55	+ 4,8		763,27	+ 1,8		+ 5,5	+ 0,5	Couvert	N. E.
7	760,50	+ 1,6		760,33	+ 3,6		759,55	+ 5,2		759,88	+ 2,7		+ 5,7	— 1,4	Beau	N. E.
8	761,97	+ 1,8		761,58	+ 5,1		761,61	+ 6,9		763,50	+ 1,6		+ 7,0	— 0,8	Beau	N. E.
9	766,05	+ 2,4		765,80	+ 5,6		765,36	+ 5,9		765,96	+ 5,2		+ 6,0	+ 0,9	Couvert	N. E.
10	763,66	+ 3,6		762,60	+ 5,2		761,28	+ 5,0		760,37	+ 3,1		+ 5,7	+ 2,7	Couvert	N. N. E.
11	761,45	+ 3,5		760,97	+ 6,6		760,68	+ 8,2		760,98	+ 3,9		+ 8,4	+ 2,2	Beau	N. N. E. calm.
12	759,13	+ 4,3		757,60	+ 9,0		755,96	+ 9,0		754,69	+ 7,0		+10,0	+ 0,6	Nuageux	O.
13	752,88	+ 9,5		752,69	+11,3		751,89	+10,8		751,93	+ 6,4		+11,4	+ 5,8	Couvert	O. S. O.
14	749,32	+ 9,5		749,82	+11,5		750,19	+14,0		753,73	+10,6		+14,9	+ 5,4	Pluie	O.
15	755,03	+11,9		755,93	+13,0		756,55	+13,2		758,41	+11,6		+13,5	+ 9,5	Couvert	O. S. O.
16	759,03	+11,7		758,97	+12,6		757,98	+14,0		757,76	+ 9,5		+14,0	+ 9,1	Couvert	O.
17	756,20	+10,7		756,36	+14,8		754,68	+16,0		755,01	+11,1		+16,7	+ 3,6	Serein	S. E.
18	754,94	+14,0		754,40	+17,6		753,87	+19,6		753,97	+11,5		+20,0	+ 3,0	Serein	S. E.
19	753,57	+12,1		752,94	+16,0		752,08	+17,5		751,37	+12,4		+17,8	+ 6,0	Beau	E.S.E. calme.
20	748,99	+12,8		748,41	+16,6		747,01	+17,8		747,57	+11,4		+18,5	+ 7,5	Beau	S. E.
21	747,03	+13,4		745,80	+16,5		744,62	+17,4		744,09	+13,0		+18,8	+ 8,0	Nuageux	S. S. O.
22	744,66	+13,8		744,04	+18,1		743,32	+18,6		743,27	+13,4		+20,1	+ 9,2	Couvert	S.
23	746,49	+14,0		746,51	+16,0		745,38	+17,0		745,45	+14,1		+18,0	+ 8,8	Couvert	S.
24	746,67	+13,9		747,19	+16,7		747,16	+18,4		749,00	+13,6		+19,7	+ 9,4	Très-nuageux	S. S. E.
25	746,59	+11,1		745,87	+12,6		744,91	+14,3		745,42	+13,0		+14,5	+ 7,1	Couvert	E.
26	745,71	+ 7,5		745,64	+ 9,4		745,76	+10,2		745,97	+ 7,3		+11,2	+ 5,5	Beau	E. S. E.
27	746,96	+ 5,5		747,23	+ 7,2		747,26	+ 7,8		748,24	+ 6,7		+ 8,7	+ 4,5	Couvert	E. N. E.
28	748,26	+ 9,1		748,01	+11,7		747,61	+14,8		749,43	+10,8		+16,0	+ 2,9	Beau	N.
29	754,01	+10,2		754,79	+13,6		755,18	+14,6		756,83	+ 9,4		+15,5	+ 5,0	Beau	E.
30	756,39	+11,7		755,42	+15,8		754,44	+17,4		751,65	+12,6		+18,2	+ 3,1	Nuageux	S. S. E.
31	746,62	+12,7		746,64	+15,9		745,62	+12,6		748,08	+11,3		+16,0	+ 7,5	Couvert	E. S. E.
1	761,34	+ 1,9		761,13	+ 4,0		760,90	+ 4,6		761,66	+ 2,2		+ 5,0	— 0,1	... Moy. du 1[er] au 10	Pluie en centimètres.
2	755,05	+10,0		754,81	+12,9		754,09	+14,0		754,54	+ 9,5		+14,5	+ 5,3	... Moy. du 11 au 20	Cour.. 0,410
3	748,13	+12,3		747,92	+15,3		747,29	+16,3		747,95	+12,5		+17,7	+ 7,1	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 0,422
	754,63	+ 7,8		754,41	+10,4		753,88	+11,3		754,49	+ 7,8		+12,0	+ 4,0	... Moyenne du mois.......	+ 8°,0